

Geologische Beschreibung des nördlichen Theiles des Karwendelgebirges.

Von Dr. O. Ampferer.

Mit 50 Profilen im Text, einer Profilkarte (Tafel Nr. IX) und einem tektonischen Schema des Gebirgsbaues (Tafel Nr. X).

Vorwort.

Wenn man eine grössere Summe geistiger Erfahrungen zusammenzufassen versucht, so gelangt man leicht an zwei gleich gefährliche Klippen der Darstellung, an jene der elegant, hoch im Aether der Hypothesen schwebenden Erklärung, wo die gütige Natur gewissermassen dankbar für den kühnen Gedankenflug überall Beweise bereit zu stellen scheint, wo immer aus der Höhe ein grundsuchender Anker geflogen kommt, und an jene der umständlichen, klebrigen Detailschilderung, welche zwar viele richtige Einzelbilder ergibt, jedoch mit ihren Einblendungen den freien Blick und Zusammenhang in einer Weise stört, dass die Lecture eher ein Hindernisreiten als eine freudige Aufmunterung zu erneutem Forschen bedeutet.

Von beiden Schreibarten besitzt die geologische Literatur starke Bestände, blendendes Lustfeuerwerk oder eisernen, ungeniessbaren Vorrath der Büchereien, und ich verhehle mir die Schwierigkeiten nicht, welche in ihrer Vermeidung begründet liegen.

Scharfe Sonderung des Beobachteten und des Dazugedachten, eine möglichst getreue, bündige Schilderung ohne jegliche Nebenabsichten oder Verhüllung vorhandener Lücken sowie reichliche bildliche Darstellungen scheinen mir die besten Mittel zur Abwehr.

In diesem Sinne möge auch die Arbeit verstanden werden, welche nur ein Stück mühsam gebrochenen Pfades zu weiterer Erkenntnis bildet.

Die neue Aufnahme dieses Gebirges setzt sich aus zwei sowohl örtlich als zeitlich getrennten Arbeitsreihen zusammen, von denen die erste des südlicheren Gebietes, an welcher sich auch mein Freund Dr. W. H a m m e r beteiligte, die Jahre 1896 und 1897 erfüllte, während die zweite des nördlicheren Theiles im Auftrage der k. k. geologischen Reichsanstalt sich in den Jahren 1901 und 1902 vollzog.

Die Ergebnisse des ersten Aufnahmszuges haben im Jahrbuch der obigen Anstalt, und zwar im 48. Band, 2. Heft, eine kurze Darlegung gefunden, so dass der südliche Antheil des Gebirges mit Ausnahme

von einzelnen Berichtigungen, Vergleichen und Uebersichten hier keine weitere Berücksichtigung beansprucht, wenn auch die damals beigegebene Karte durch mehrfache neue Begehungen, besonders in Bezug auf die glacialen Ablagerungen, inzwischen Verfeinerungen erlangte.

Dem nördlichen Gebirgsabschnitte, von welchem der Vömpfer-Hinterauthaler Kamm, die Karwendelkette, die Falken, Gamsjoch, Sonnenjoch, Stanserjoch sowie das nördlich vorlagernde Gebiet der grossen Kreidemulde behandelt werden sollen, konnten über 90 volle Aufnahme tage gewidmet werden.

Ausserdem ist in Betracht zu ziehen, dass umfassende touristische Wanderungen und Hochtouren früherer Jahre eine sehr genaue Kenntnis der Berge, Thäler sowie ihrer Pfade vermittelten.

Dieser Gebirgstheil war schon in den Jahren 1886 und 1887 das Ziel von Detailaufnahmen, welche unter der Leitung von Professor Rothpletz von den Herren Dr. Clark, E. Fraas, G. Geyer, O. Jaekel, O. Reis und R. Schäfer ausgeführt und deren Ergebnisse hauptsächlich von ersterem in der Alpenvereinszeitschrift 1888 durch Beschreibung, Profile, Ansichten und Karten festgelegt wurden.

Diese Arbeit bedeutet jedenfalls einen sehr wichtigen Vordrang in der Erkenntnis dieses Gebirges, wenn sie auch in der Folge unverdientermassen mehr Anfeindung als Anerkennung von Seite anderer Geologen zu erfahren hatte. Zwei Neuerungen waren vor allem die Steine des Anstosses, die erste eine schematisierende, reichliche Verwendung von Verwerfungslinien zur Begrenzung der Schichtschollen, die zweite eine unglückliche, stratigraphische Neutaufe eines ohnehin schon getauften Schichtverbandes. Ich meine die Myophorienschichten, welche sich nach meinen Erfahrungen in keiner Weise von jenen Gesteinen unterscheiden lassen, die in den östlicheren Nordalpen längst schon als Reichenhaller Schichten beschrieben wurden. Ueber diesen ziemlich unwichtigen Aussentheilen der Arbeit wurde der Kern derselben, die in vielen Gebieten sehr getreue Wiedergabe der geologischen Verhältnisse, leichthin übersehen. Während noch auf der alten Karwendelkarte von Neumayr und Mojsisovics oft das ganze Gebirge durchziehende Schichtfolgen falsch eingetragen oder übersehen waren, finden wir auf der Rothpletz'schen Karte eine weitgehende richtige Schichtbeurtheilung mit Ausnahme von einzelnen Stellen, welche wahrscheinlich überhaupt nicht näher begangen wurden. So liegt der Fortschritt dieser Aufnahme nicht, wie es scheinen möchte, in der tektonischen Auffassung, sondern vielmehr in der Schichtendiagnostik. Als ich meine Arbeiten begann, war ich eher geneigt, an der Stratigraphie als an der Tektonik zu zweifeln, und erst langsam kehrte sich das Verhältnis um, als ich gewahrte, dass die Gesteine, wo die Aufnahmen überhaupt verlässlich, auch gut geschieden waren, während in anderen Gebieten die Gesteins- und Grenzenangaben in einer Weise unrichtig sind, dass zur Erklärung keine Verwechslung der Schichten, sondern nur eine Kartierung aus der Ferne ausreichend ist. Doch beschränken sich diese Fehlerzonen vor allem auf die Gebiete des Sonnen- und Gamsjochs sowie auf den

Falkenkamm, während die Fehlerzonen der Neumayr-Mojsisovicschen Karte allgemein und gleichmässig vertheilt sind, natürlich aber ebenso auf unzureichenden Begehungen und Verallgemeinerung auf Grund von Fernsichten beruhen. Nun liegen aber gerade die für die Tektonik entscheidenden Stellen in solchen Fehlerzonen, weshalb das von Rothpletz geschaffene Bild des Karwendelgebirges ein theilweise verfehltes wurde.

Daraus lässt sich nun sofort die Aufgabe dieser neuen Bearbeitung ableiten, welche vor allem versuchen will, eine richtigere Vorstellung vom Bau dieses Gebirges zu verbreiten und die vorhandenen Irrthümer aufzulösen und zu beseitigen. Wichtige stratigraphische Entdeckungen waren in einem in dieser Hinsicht so gründlich ausgebeuteten Gebirge nicht zu erwarten und auch unmöglich, indem die verfügbare Zeit gerade hinreichte, alle Grenzen so weit als möglich zu begehen, die Schichten zu untersuchen, jedoch ohne einzelne Fundstellen so umfangreich aufzuschliessen, dass aus ihnen neues massgebendes Material hätte gewonnen werden können. So brachte die Gesteinsforschung grösstentheils nur wieder paläontologische Beweise zu Tage, welche von denselben oder benachbarten Stellen schon früher bekannt waren. Aus diesen Gründen könnte ich von einer stratigraphischen Schilderung der verschiedenen Gesteinsarten überhaupt absehen und mich auf die vorhandene Literatur allein stützen, wenn nicht doch einzelne Beobachtungen an älteren Schichtgliedern sowie die bisher unbeschriebenen glacialen Erscheinungen eine Erwähnung verlangten. Letztere haben auch auf den Kartenblättern 1:25.000 eine eingehende Darstellung erhalten, welche allerdings bei der Veröffentlichung im Masse 1:75.000 viel von ihrer Feingliedrigkeit verlieren wird. Damit bin ich an dem Hauptübelstande der ganzen Unternehmung angekommen, welcher darin begründet liegt, dass die grossen neuen Karten wahrscheinlich erst in einigen Jahren und dazu stark verkleinert in die Oeffentlichkeit gelangen werden, welche zum Verständnis der Beschreibung so viel hätten beitragen können. Ich hoffe indessen, durch zahlreiche graphische Darstellungen diesen Mangel für den Leser weniger empfindlich machen zu können. Zu diesem Zwecke habe ich eine grössere Anzahl von Profilen in den Text geschoben, ausserdem eine andere Profilschar zu einer Art von Karte zusammengeordnet, welche gestattet, die charakteristischsten Durchschnitte der Gebirgsglieder in ihrem geographischen Zusammenhange zu verfolgen.

Ein Netz der Thalläufe im Masse 1:100.000 bildet die orientierende Grundlage für die Aufstellung dieser Querschnitte, welche in demselben Massverhältnis gezeichnet sind. Um ihre Einordnung so einfach und übersichtlich als möglich zu machen, wurden die Profile so hineingelegt, dass ihre Endpunkte immer geographisch mit der Kartenunterlage übereinstimmen.

An diesen zwei Punkten ist jeder Querschnitt gleichsam festgehalten und dann um 90° gedreht, bis er in der Projectionsebene des Kartenfeldes liegt. Diese Methode der Darstellung ist nur dann mathematisch genau, wenn die Endpunkte dieselbe Meereshöhe haben, sonst tritt eine kleine Verzerrung ein, welche jedoch so unbedeutend bleibt, dass daraus keine Zerstörung der Verhältnisse folgert. Die

Punkte, welche geographisch mit der Kartenunterlage übereinstimmen und die Drehpunkte der Profile darstellen, sind durch Angabe der Meereshöhe ausgezeichnet. Ausserdem stehen je zwei zusammengehörige durch eine gebrochene Linie in Verbindung, welche nicht nur die Lage, sondern auch die Drehachse des Durchschnitts angibt. Aus der Höhe der beiden Drehpunkte ist unmittelbar die Neigung der Achse zu entnehmen. Natürlich ging mein Bestreben dahin, möglichst horizontale Profilachsen zu verwenden, indessen liessen sich schiefe nicht vermeiden, ohne dadurch erhebliche Lücken zu schaffen. Da alle wichtigeren Theile des Gebirges berücksichtigt wurden, kann man aus dieser Profilkarte leicht den Bau der Schichten herauslesen. Für den raschen Ueberblick und zur leichteren Einprägung der grossen geologischen Züge, welche den Körper dieser Bergwelt beherrschen, habe ich ausserdem ein Schema beigegeben, welches von meinem Freunde Dr. W. Hammer in lieber Freundlichkeit ausgeführt wurde. Das Gebirge ist mit Ausnahme des südlichsten Theiles, welcher sich durch Verworrenheit und Aufschlussmangel einer solchen Darstellung entzieht, aus der Vogelperspective gezeichnet. Zur leichten Erfassung der geologischen Zusammenhänge sind nur drei Schichtgruppen unterschieden, welche auch meistens tektonische Einheiten ausmachen. Diese Schichtlagen sind nun aus ihren thatsächlich vorhandenen Resten künstlich zu jener Vollständigkeit ergänzt, welche genügt, um die Ruinen des Gebirges in ihrem Baustil zu erkennen. Im übrigen erklärt sich das Bild von selbst. Wenn man dazu die tektonische Uebersichtskarte von Prof. Rothpletz vergleicht, so fällt die Veränderung in der Auffassung leicht in die Augen.

Es liegt in der Natur einer schematischen Darstellung, dass gewisse Einzelheiten weggelassen, andere vergrössert (und verschärft) werden mussten, um dem Gesamteindrucke zur vollen Wirkung zu verhelfen. Ich bemerke hier ausdrücklich, dass in dem Schema bereits jene Gedankencombination der Aufschlüsse zum Ausdruck kommt, welche in mehrjährigem Begehen und Betrachten derselben in mir erwachsen ist. Aus der Beschreibung und den Profilen dagegen habe ich sie so viel als möglich zu verdrängen gesucht. So kann der aufmerksame Leser gewissermassen sowohl die Grundlage wie auch den von mir darauf errichteten Bau von einander trennen und die Wahrscheinlichkeit der Folgerungen schätzen.

Ich sehe in diesem Schema nur den einfachsten und bequemsten Ausdruck meiner Vorstellungen über den Aufbau dieses Hochgebirges, welche ich durch keine Beschreibung so leicht in der Phantasie des Lesers hätte verkörpern können.

Ich kann diese einleitenden Erörterungen nicht schliessen, ohne allen meinen Vorarbeitern auf diesem Gebiete meinen Dank zu entrichten. Wer einsam durch die wilden Schluchten des Hochgebirges forschend geklommen ist, der weiss verlässliche Angaben wie einen Freund zu schätzen und erinnert sich gern ihrer Hilfe.

Dagegen habe ich beim besten Willen vorhandene Fehler und Uebersehungen nicht bedauern können, wie viele Autoren von sich zu berichten pflegen, sondern mich darüber gefreut, weil dadurch Raum und Licht zu eigenem Schaffen sich öffnete. Diese Freude

kümmert sich nicht um die Person des Irrenden, sie gleicht der des Soldaten, welcher, lange harrend, endlich die Linien der Kämpfenden verstärken darf.

Die Reihe der Probleme, welche die Natur in der Form eines grossen Gebirges uns stellt, ist eine so umfangreiche, dass es oft den Anschein hat, als würde durch eine neue Arbeit ihre Anzahl nur noch vergrössert. So ist auch hier das Erledigte verschwindend gegen die andringende Schar geöffneter Fragen, welche allerdings immer allgemeiner und schwieriger sich gestalten. Die stille Grösse der Berge, die Weihe der Wälder und Wasser, eine Flut von herrlichen, unvergesslichen Stimmungen aber wird jeden belohnen, der neuerdings auszieht, die Geheimnisse der Erde dem Schosse des Gebirges zu entreissen.

Stratigraphische Anmerkungen.

Die hier folgenden Bemerkungen sollen nur Ergänzungen zu der von Rothpletz und im 48. Bande, 2. Heft, des Jahrbuches der Reichsanstalt gegebenen Stratigraphie bedeuten, was die sehr ungleichmässige Behandlung der verschiedenen Abtheilungen erklären mag.

Buntsandstein, Werfener Schichten.

Während im südlichen Abschnitte des Karwendelgebirges der Buntsandstein doch verhältnismässig mächtig und weit verbreitet auftritt, gehören seine Ablagerungen im nördlichen Theile zu den Seltenheiten. Durchaus in riesig gestörter Lage auf und inmitten weit jüngerer Schichten findet sich keine Stelle, wo man die ursprünglichen Lagebeziehungen mit Sicherheit zu erkennen vermöchte. Indessen gewähren die petrographischen Merkmale hinreichende Sicherheit zur Erkennung. Während im südlichen Gebiete längs der Innthalzone besonders rothe, oft ziemlich grobkörnige Sandsteine vorherrschen, treffen wir solche nur auf der Höhe des Stanserjochs und des Mahnkopfs, während die anderen Vorkommnisse vorzüglich aus lichtgrünen Sandsteinen bestehen, denen sich häufig ausgelaugte Salzthone innig anschliessen. Ich habe diese mit Sandsteinen verbundenen Salzthonlagen noch zu den obersten Werfener Schichten gerechnet, mit denen sie sowohl im Auftreten und Lagern viel enger verbunden sind als mit den darauf folgenden Reichenhaller Schichten. Die Schichteinordnung dieser Gebilde beruht somit lediglich auf Analogieschlüssen, denn die nächste Stelle, wo die Unter- und Ueberlagerung des Buntsandsteines zu sehen ist, liegt südlich des Inns auf den Vorhöhen des Schwazer Erzdolomits. Auch hier sind die Verhältnisse stark gestört, doch erkennt man mit Sicherheit, dass sich die Sandsteine nach oben zu wesentlich verfeinern, verschlammern, häufig lichtgrünliche Färbungen annehmen und dann in gelbliche Rauchwacken⁷ übergehen, welche noch Stückchen von Sandstein und Thon in sich bergen. Diesen obersten Lagen dürften wahrscheinlich die meisten nördlichen Karwendelvorkommnisse gleichzustellen sein. Nur am Stanserjoch wurden bisher Versteinerungen, und zwar von A. Pichler

gefunden, der *Myophoria costata* und *Natica Gaillardoti* erwähnt. Ich konnte an derselben Stelle keine deutlichen Fossilien entdecken, obwohl ich an zwei verschiedenen Tagen jedesmal längere Zeit der Suchung widmete.

Reichenhaller Schichten.

Es ist das Verdienst Bittner's, durch seine Fehde gegen Rothpletz diesem alten, brauchbaren Namen wieder zu seinem Rechte verholfen zu haben, und dies fällt umso mehr ins Gewicht, als das Karwendelgebirge sicherlich nicht der rechte Ort ist, neuen Schichtbezeichnungen dieser Stufe eine genügende Stütze zu verleihen. Denn wie die Werfener Schichten ganz ausserhalb ihres ursprünglichen Verbandes nur in wirren Resten vorliegen, so entbehren auch die grossen Massen dunkler Kalke, Dolomite, Rauchwacken und schwarzer Schiefer jeglicher nachweisbaren ungestörten Beziehung zu diesen ältesten Gesteinen. Um über ihre Einordnung eine Vorstellung zu gewinnen, müssen wir von viel jüngeren Schichtverbänden, zum Beispiel vom Wettersteinkalk, ausgehen und in die Tiefe steigen, wo wir dann ziemlich regelmässig unter den paläontologisch und petrographisch wohlcharakterisierten Lagen des Muschelkalkes auf einen oft mächtigen Verband der obengenannten Gesteine treffen, deren tiefste Lagen fast ausschliesslich Rauchwacken innehalten. Zwischen diesen Gesteinen und den Resten von Buntsandstein besteht nicht der geringste Zusammenhang, während die Verbindung derselben mit den unmittelbar jüngeren Schichtfolgen fast durchgängig und oft auf weite Strecken eine recht feste ist. Die dunklen, oft blauschwarzen Kalke, welche dünnplattig gegliedert sind, enthalten an manchen Stellen auf den Schichtflächen zahlreiche Schalen von *Myophoria costata* und *Natica stanensis*. Alle anderen Versteinerungen wie *Modiola* cf. *triqueter*, *Gervillia* sp., *Pecten* sp., *Entrochus* sp. sind verhältnismässig selten ebenfalls in denselben dunklen, dünnplattigen Kalken. Diese artenarme Fauna sowie die Gesteinsausbildung ist für einen weiten Theil der östlichen Nordalpen ganz charakteristisch, wie zuerst Bittner und neuerdings E. Böse nachgewiesen hat. Wer Gelegenheit hat, die Belegstücke Bittner's aus den östlichen Nordalpen mit jenen aus dem Karwendel zu vergleichen, wird von ihrer Gleichartigkeit geradezu überrascht sein.

E. Böse hat im 50. Bande der Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, Seite 552 und folgende, auch die Verhältnisse des Karwendelgebirges in den Kreis seiner Beobachtungen gezogen, welche schon wegen einzelner irriger Angaben hier besprochen werden müssen.

Aus seinen weit über die Nordalpen ausgedehnten Studien kommt er über die Stellung der Reichenhaller Schichten ungefähr zu denselben Ergebnissen, welche Bittner gegen Rothpletz vertrat, dass diese nämlich nicht zum Buntsandstein, sondern zum untersten Muschelkalk zu rechnen sind. Um nun seine Beobachtungen auch auf das Karwendelgebirge zu richten, besuchte er hauptsächlich die Gegend des Stanserjochs und des Bärenkopfs im Südwesten des Achensees.

Hier untersuchte er am Stanserjoch das Vorkommen der Werfener Sandsteine im Sattel zwischen Hanskampl (richtig Hankampl) und Gamskarspitze und gibt an, dass dieselben von schwarzen Kalken mit *Neritaria stanensis* überlagert werden. Diese Ueberlagerung ist allerdings vorhanden, jedoch eine so gestörte, dass man daraus nicht den geringsten berechtigten Schluss auf das Altersverhältnis der beteiligten Schichten ziehen kann. In der Beschreibung dieses Gebirgstheiles wird eine genauere Darstellung dieser Verhältnisse folgen.

Von dieser Stelle wanderte Böse nach Norden hinunter zum Sattel zwischen Stanserjoch und Bärenkopf und fand da im Graben gegen die Weissenbachalpe schön aufgeschlossene Werfener Schichten mit Resten von *Naticella costata*. Das Verhältnis zu den Reichenhaller Schichten konnte er nicht ermitteln, doch vermuthet er, dass sich der Buntsandstein bis ins Tristenauthal hinabziehe, wo Pichler (Zeitschrift des Ferdinandeums 1863, Beiträge zur Geognosie Tirols, III. Folge, auf Seite 7) angibt, dass man in den Schluchten des Bärenkopfs im Schotter Stückchen von Sandsteinschiefer begegne, die immer zahlreicher werden und von einer Felswand abstürzen, in deren Nähe früher Gyps geholt wurde. Von Buntsandstein, wie Böse angibt, spricht der alte, verlässliche Beobachter hier nirgends, nachdem er schon am Eingange seines Aufsatzes erwähnt, dass sich der eigentliche bunte Sandstein nur auf der Höhe des Stanserjochs vorfinde, wogegen auf der Nordseite des Stanserjochs das Haselgebirge weit verbreitet auftrete. Ebenso entdeckt dann Böse noch einen Zug von Buntsandstein bei der Bärenbadalpe, welcher sich bis gegen den Achensee hinabzieht. Er ist meistens sehr schlecht aufgeschlossen, führt aber an besser sichtbaren Stellen *Naticella costata*. Da Rothpletz und der betreffende Aufnahmsgeologe nach Böse wahrscheinlich diese Züge von Buntsandstein für Einlagerungen in den schwarzen Kalken angesehen haben, so sollen sie nach den in ihnen enthaltenen Fossilien das Alter der schwarzen Kalke bestimmt haben.

Dem entgegen ist anzuführen, dass einmal auf der Rothpletz'schen Karte diese für ihn so wichtigen Buntsandsteinzüge gar nicht verzeichnet sind und ausserdem gerade *Naticella costata* ihm von diesen Orten, wenigstens den Angaben nach, nicht bekannt war. Ebenso gibt Pichler an diesen Stellen ausdrücklich nicht bunten Sandstein, sondern weitverbreitetes Haselgebirge an, ja in einem derselben Abhandlung beigegebenen Profile, Nr. VII, führt er am Sattel der Bärenbadalpe sogar *Carditas*schichten auf.

Ich habe diese Gegenden oft besucht und auf den verschiedensten Pfaden überschritten, ohne mich von dem Vorhandensein jener Buntsandsteinstreifen überzeugen zu können. Es liegen sowohl am Sattel zwischen Bärenkopf und Stanserjoch wie auch auf der Bärenbadalpe reichliche Massen von bräunlichen Sandsteinen, welche jedoch petrographisch durchaus von Buntsandstein verschieden sind und vollständig den Raibler Sandsteinen ähneln. Ausserdem kommen an zahlreichen Stellen dieser Gebiete Spuren von ausgelaugten Salzthonen und spärlichen lichtgrünen Sandsteinschiefern vor, die jedoch leicht von den ersteren Gebilden zu unterscheiden sind. Deutliche Versteinerungen habe ich keine aufbringen können, wohl aber manchen schlechter-

haltenen Rest, der keine halbwegs sichere Bestimmung gestattete. Klarer liegen die Verhältnisse gegenüber der Bärenbadalpe an den Abhängen der Tristlalpe gegen den Hintergrund des Tristenauthales. Gewaltige Zonen von Rauchwacken und Kalken der Reichenhaller Schichten bilden in steiler Lage den Berghang, auf dem sich einzelne Haufen von braunen Sandsteinen mit Kohlenspuren, Oolithen, gelblich verwitternden Schiefeln, schwarzen und grauen Kalken, welche höchst wahrscheinlich den Raibler Schichten angehören, erhalten haben. Steigt man durch diese schwierigen Schluchten auf die Höhe des Kaserjochs empor, so trifft man im Sattel gegen die Rappenspitze auf dieselben Gesteine, welche hier jedoch ganz regelrecht von flachen Bänken des Hauptdolomits bedeckt werden.

Jedenfalls haben diese Sandsteine nichts mit den viel älteren des Buntsandsteines zu thun, und die seltsame Art ihrer Lagerung wird sich im übrigen Gebirge als weit verbreitet erweisen.

Muschelkalk, Partnachsichten, Wettersteinkalk.

Ueber den eben beschriebenen untersten Ablagerungen des Muschelkalkes folgen in regelmässigem Verbinde grosse Massen meist wohlgeschichteter Kalke von heller und dunkler grauer Farbe, oft in ausgezeichnete Knollenstructur mit dünnen, roten und schwarzen Zwischenmergeln, meist jedoch reich an Kieselausscheidungen, welche scharf und weit aus den verwitterten Kalken vorstarren. Sie bilden mit den darauf lagernden gewaltigen Massen des Wettersteinkalkes riesige Wände, an denen der aus Muschelkalk bestehende Sockel weithin durch seine Staffelung und seinen Grasbänderschmuck sich abhebt. Versteinerungen sind fast überall zu finden, jedoch selten in reicher und guter Ausbildung. Rothpletz hat danach die ganze Folge von unten nach oben in einen Gastropoden-, einen Brachiopoden- und Ammonitenhorizont getheilt, was für einzelne sehr beschränkte und fossilreichere Stellen wohl durchzuführen ist, jedoch für eine allenthalben zu vollziehende kartierende Scheidung wegen der Seltenheit von deutlichen Petrefacten und guten petrographischen Unterschieden nicht ausreicht. Im allgemeinen ist der Muschelkalk im südlichen Theil, in der Innthalkette, reicher und viel mächtiger entwickelt und enthält hier besonders in seinen oberen Zonen im Niveau der Schreyeralmschichten eine sehr reiche Fauna. Mit Ausnahme einer schmalen Zone im Nordabfalle der Karwendelkette gehen die Kalklagen des Muschelkalkes allmählig in die hellen, mächtigen, silberfarbig verwitternden Bänke des Wettersteinkalkes über, welcher hier fast ausschliesslich die oberen Körper des Hochgebirges aufbaut. In den Sätteln im Süden des Stuhlkopfes und des Thorkopfes liegen unter dem Wettersteinkalke mehr als 100 m mächtige Lagen von schwarzen, splittrigen, oft intensiv gefältelten Thonschiefeln, aus denen sich Züge dunkler, fester Kalke kräftig herausheben. *Pentacrinus propinquus* findet sich nicht allzuseiten auf den Platten der Kalke. Sandsteine fehlen hier ebenso wie im Innthalgebiete und bilden neben dem Mangel an Fossilien mit den charakteristischen Griffelschiefeln ein gutes Unterscheidungsmerkmal gegen die oft ähnlichen Raibler

Schichten. Auch hier haben wir nur ein auskeilendes Ende dieser Facies vor uns, zu deren Eigenheiten so rasches Ein- und Aussetzen gehört.

Im südlichen Karwendelgebirge konnte mit Sicherheit und ziemlich vielen Versteinerungsangaben der untere Wettersteinkalk vom oberen geschieden und als eine Vertretung der Partnachschichten erklärt werden. Im nördlichen Gebirgsthelle konnte ich dafür keine guten paläontologischen Beweise auffinden, was allerdings nicht ausschliesst, dass solche in dem weiten Berglande vorhanden sind. Indessen zeigt sich auch hier der tiefere Theil des Wettersteinkalkes als dunklerfarbig und reich an GROSSOolithstructur, welche wir in der Innthal-kette als typisch für die Partnachkalke erkannten. Auch auf den Schutthalden am Nordfusse der grossen Wand der Hinterauthalkette traf ich manches wahrscheinlich dieser Facies angehörige Stück.

Die oberen Wettersteinkalkschichten zeichnen sich durch eine sehr ungleiche Schichtung aus, wobei auffallenderweise meist die saiger gestellten Schichten feiner gesondert erscheinen als die flach liegenden, wohl weil bei jenen die Erosion viel mehr und ausdrucksvoller arbeitet. Grosse Massen entbehren jedoch überhaupt oder nahezu der Schichtung, so besonders die Klötze des Stanserjochs, des Sonnen- und Gamsjochs, wo dieselbe nur einzelne Theile beherrscht. In diesen Gegenden ist auch die dolomitische Ausbildung des Gesteines eine sehr verbreitete Erscheinung, welche sich auch in einer Aenderung der Verwitterungsformen äussert. Das grösste Vorkommen von Wettersteindolomit, der immer dem oberen Wettersteinkalke entspricht, stellt das Stanserjoch dar, dessen Nordabhang ausschliesslich davon zusammengesetzt wird. In den südlichen oberen Gehängen des Stanserjochs wechseln öfters dolomitische und kalkige Lagen miteinander ab. Rothpletz hat die Mächtigkeit der Wettersteinkalke auf etwa 700 m angegeben, was wohl sehr gering gerechnet und an den meisten Stellen übertroffen sein dürfte. Zahlreiche Sprünge und schuppenartige Zusammenschübe steigern die scheinbare Mächtigkeit oft auf mehrere 1000 m, besonders im Vomper- und Hinterauthaler Kamm. An solchen Stellen zeigt sich dann das Gestein getrümmert, zermalmt und in Folge seines Eisengehaltes und der erhöhten Zügigkeit für Wasser grellgelb und roth gefärbt. Auch Höhlen nisten sich gern in solchen Zonen ein.

Raibler Schichten.

Die schönsten und fossilreichsten Aufschlüsse fallen zumeist in den südlicheren Theil des Gebirges, so die berühmten Fundstätten des Hallerangers, des Hallthales und der Zirler Gegend. Dieselben haben die eingehendsten Untersuchungen erfahren, welche sich in sehr feinen Eintheilungen widerspiegeln, die jedoch auf die grosse Masse der schlecht erschlossenen oder tektonisch umgearbeiteten Aufschlüsse sich als unanwendbar erweisen. Im nördlichen Gebiete sind lediglich die Vorkommnisse am Nordfusse der Karwendelkette noch ziemlich ungestört, aber auch diese sind so verwachsen, dass nur jeweils einzelne Zonen wiederzuerkennen sind. Ich habe auf der

Karte die an Sandstein und Schiefer reichen, die kalkreichen und die aus Rauchwacken bestehenden Abtheilungen ausgeschieden. Im Norden nehmen besonders die Rauchwacken auf Kosten der anderen Zonen einen sehr beträchtlichen Raum ein, doch fehlen Sandsteine fast in keinem Vorkommen.

Hauptdolomit, Plattenkalk.

Während diese meist zusammen auftretenden Schichtglieder im Gebiete des südlichen, eigentlichen Hochgebirges nur in schmalen Zügen vorkommen, beherrschen sie im Norden weite Flächen. Nur die Seefelder Gruppe bildet darin eine Ausnahme, indem hier auch im Süden der ganze Gebirgsstock aus Hauptdolomit besteht. Der Plattenkalk ist nur im nördlichen Vorgebirge umfangreich entwickelt, am schönsten in der kleinen Soierngruppe, welche jedoch schon ausserhalb des betrachteten Gebirges liegt.

Quartäre Ablagerungen.

Hier muss vor allem die Rede von den eiszeitlichen Schuttmassen sein, welche in diesem Gebirge eine sehr grosse Rolle spielen. Während im südlichen Gebiete der Einfluss des centralalpinen Eises in der Innthalfurche, am Seefelder Gebirge und längs der Achenseethalung ein sehr bedeutender ist, beherrschte das innere Gebirge eine ausgedehnte, kräftige Eigenvergletscherung, welche fremde Zufüsse von sich schob.

Wenn wir die Ueberbleibsel dieser Vergletscherungen zu trennen versuchen, so bemerken wir gleich, dass wir es der Hauptsache nach mit den Resten der letzten Rückzugsstadien sowie mit einigen Interglacialbildungen zu thun haben.

Zur Scheidung der Ablagerungen ist es am sichersten, in den höchsten Theilen des Gebirges zu beginnen, wo sogar jetzt noch kleine Gletscher sich erhalten haben oder die Anzeichen der Vereisung frisch und klar vor uns liegen wie eben erst erstanden. Dauernde Gletscher besitzt das Karwendelgebirge nur mehr zwei sehr kleine, welche in den Eiskarln, ausgezeichneten, typischen Karformen in den riesigen Nordwänden der Eiskarl- und Spritzkarspitze, eingesargt liegen. In zahlreichen anderen Karen verharren die Schneefelder oft bis in den Herbst hinein, so dass eine geringe Schwankung des Klimas sie mit Eis zu füllen vermöchte. In den Karen treffen wir nun auf die höchsten Moränenwälle, welche sich oft zu 10 bis 15 m hohen Dämmen erheben und besonders auf der Nordseite der Bergketten reich entfaltet sind. Spuren von ihnen zeigen sich fast in allen Karen, wenn auch in sehr verschiedener Mächtigkeit. Am auffallendsten ist der Gegensatz der Südseite und der Nordseite am Karwendelkamm, welcher einerseits prachtvolle, fast ganz von Schutt ausgefügte Kare und andererseits solche mit gewaltigen Wällen besitzt. Von ersterem Typus gibt das Grosskar oder das Grabenkar eine vorzügliche Vorstellung, von letzterem das Dammkar oder das Steinloch.

Als Regel können wir aufstellen, dass sich allenthalben ein oberstes, jüngstes Gletscherstadium in Moränenwällen vorfindet, das

sich ungefähr auf die Karwannen beschränkt und darin lange Zeit sich hielt. Wie sehr allmählig der Rückzug dieses Stadiums stattfand, zeigt in prächtiger Weise das Thal, welches vom südlichen Lamsjoch sich gegen die Stallenalpe herabzieht. Hier finden wir, vom Kar unter der Lamsscharte ausgehend, etwa 10 bis 12 kleinere Wälle ziemlich nahe aneinander aufgeworfen, welche bis gegen 1600 *m* herabreichen. Diesem feingegliederten Rückzuge des Eises dürften wohl auch die zahlreichen Abstufungen und Wannens der meisten Kare entsprechen, von denen manche, wie das Lamskar, etwa zehn grössere Knickungen des Gefälles aufweisen. Demselben Gletscherstadium, dessen Hinterlassenschaften wir so in den Karen fast allenthalben begegneten, treten wir auch wieder auf den Jöchern entgegen. Sämmtliche der tiefen Einsattelungen wie Ueberschall 1914 *m*, s. Lamsjoch 1933 *m*, Hohljoch 1795 *m*, Spielstjoch 1770 *m*, Hochalpsattel 1804 *m* und Plumserjoch 1649 *m* sind von Moränenwällen besetzt, welche sich vom Scheitel des Joches nach beiden Seiten hinabschieben. Dieses hochgelegene Gletscherstadium zeichnet sich fast durchaus durch seine frischen, zusammenhängenden Formen aus, welche jeden Zweifel an ihrer Entstehung abweisen. Steigen wir von diesen Zonen tiefer in die Thäler hinab, so können wir an mehreren Stellen aufs neue grosse Schuttanhäufungen gewahren, welche man mit Wahrscheinlichkeit als die Endwälle eines weiteren, älteren Gletscherstadiums ansprechen muss. Die Eigenart dieser Schuttmassen ist nicht mehr so ausgesprochen eine rein glaciale, dass man in jedem Falle genau zusehen muss, ob nicht Reste von Bergstürzen vorliegen. Im Vomper-, im Stallen-, Eng-, Lalider-, Ron- und Karwendelthal lässt sich dieses Stadium ziemlich deutlich erkennen. Mehrfach haben diese grossen Schuttverstopfungen der Thäler beim Zurückweichen des Eises zu Stauseen Anlass geboten, was sich im Stallenthal, Engthal, besonders aber im Ron- und Karwendelthal verfolgen lässt. Im Lalider- und Johannesthal gewinnen Seitenmoränen, welche wahrscheinlich dem Alter nach hierher zu rechnen sind, eine ganz gewaltige Ausdehnung. In grosser Deutlichkeit haben sie sich hier in den Thalhintergründen erhalten, wohl vor allem wegen ihrer bedeutenden Mächtigkeit und Seitablage von grösseren Bächen. Im Johannesthal, wo sie die gewaltigste Entwicklung erlangten, haben ihre Schuttmassen seitliche Anstauungen herbeigeführt, deren Früchte die schönen, fast ebenen Böden der Ladizalpe bilden. Im Karwendelthal und wohl auch im Engthal füllen grossentheils feinblättrige Bänderthone die ehemaligen Stauseen aus. Auch im Rissthal finden sich bei der Kaarlalpe Anzeichen einer Seeausfüllung in Form von stellenweise steilgeschichteten Bachgerölln. Dieser See dürfte indessen wohl dadurch entstanden sein, dass die Gletscher des Johannesthales entweder früher das Rissthal erreichten oder beim Rückzug des Eises noch länger hineindrängten als die Eismassen des Hauptthales. Hier haben wir einen ähnlichen Fall wie im Innthal, indem auch in ein Längsthal kurze Seitenthäler mit hohen, schattigen Hintergründen einmünden.

Mit den Resten dieser zwei Gletscherstadien sind jedoch die Vorräthe der glacialen Ablagerungen keineswegs erschöpft. Wir treffen zwar keine deutlichen Schuttanhäufungen in den Gebirgsthalern, welche

zur Aufstellung eines dritten Stadiums berechtigten, wohl aber grosse Massen von Grundmoränen, welche fast alle Thäler bis zum Ausgang begleiten, ohne noch dort in Endmoränen einen Abschluss zu finden. Hier sind das Vomper-, Stallen- und Falzthurnthal mit den Ablagerungen des Innthalgletschers verknüpft, wobei, wenigstens nach der Vertheilung der centralalpinen Geschiebe zu schliessen, die kalkalpinen Eismassen sich auf die centralalpinen hinaufschoben, denn an der Mündung dieser Thäler sehen wir überall in der Höhe die centralalpinen Geschiebe beträchlich zurückweichen, während sie im Thalgrunde weit hineinreichen. Natürlich lässt dieses Verhältnis auch noch andere Deutungen zu.

Noch deutlicher spricht sich dasselbe an den Ausgängen des Gleiersch-, Hinterau- und Karwendelthales aus, welche nur an ihren Mündungen centralalpine Geschiebe in grosser Menge enthalten, während dieselben am benachbarten Seefelder Gebirge bis gegen 1700 *m* (Kreuzjöchl bei Oberbrunn) reichlich vertreten sind. Das Rissthal konnte ich nicht auf bayrisches Gebiet hinaus verfolgen, im tirolischen Antheil finden sich jedoch keine Anzeichen von Endmoränen, welche seinen reichlichen Grundmoränen entsprechen würden. Während also die zwei letzten Stadien hoch im Gebirge und in den oberen Thälern verblieben, hat das dritte seine Grenzen jedenfalls bedeutend über das Gebirge hinausgeschoben. Zur Zeit dieses Stadiums waren sämtliche Karwendelthäler mit Eis erfüllt. Aus der eigenthümlichen Erscheinung, dass sowohl am Plumserjoch als auch am Hochalpsattel und Uberschall Grundmoränen mit gekritzten Geschieben ganz nahe an die Jochhöhe hinaufrücken, möchte ich schliessen, dass diese Jöcher vom Eise überschritten wurden. Es dürfte somit das Eis des Vomper- und Hinterauthales vereinigt und über den Uberschall in Bewegung gewesen sein, wie das des Rissthal's über dem Plumersattel mit dem des Gernthales verbunden war. Im Norden der grossen Wandflucht aber bildete das Eis vom Karwendelthal über Hochalpsattel, Spielist-, Hohl- und Gamsjoch eine gewaltige zusammenhängende Masse, welche nach Westen, Norden und Osten in vielen Strahlen abfloss. Die übrigen kleineren Glacialreste finden bei der Landbeschreibung ihre Erwähnung. Ich hoffe übrigens, durch eine graphische Wiedergabe der Vergletscherungsstadien in einiger Zeit diese Verhältnisse des Karwendelgebirges übersichtlich darstellen zu können.

Beschreibung der einzelnen Theile des Gebirges.

Das Vomperloch.

Von Schwaz im Innthale bis zum Scharnitzpass zieht durch das ganze Gebirge ein flach nach Norden vorgewölbter, gewaltiger Felskamm, gewissermassen sein mächtiges, ungebrochenes Rückgrat. Keine tiefere und breitere Einschartung zerstückelt den einheitlichen Bau, der nur ganz nahe an seinem westlichen Ende von der tiefen Furche des Karwendelthales entzwei geschnitten wird. Von den südlichen Nachbarkämmen des Hallthaler und Gleierschthaler Gebirges trennt

ihm im Osten die tiefe, fast durchaus schluchtengleiche Thaluug des Vomperloches, im Westen die breitere des Hinterauthales, welche beide durch den Sattel des Ueberschalls am Halleranger geschieden werden.

Im grossen folgen beide Thalläufe tiefen und stark einseitigen Mulden, denen sie jedoch am Ende untreu werden, indem sie in wilden Durchbruchsklammern sich Ausgänge schaffen. Betrachten wir zuerst die östlichere Thalbildung des Vomperloches. Der flache, tiefe Sattel des Ueberschalls (1914 *m*) besteht aus Raibler Schichten, welche in scharfem Einbug einerseits zwischen den saigeren Wettersteinkalktafeln des südlichen Halthalerkammes und anderseits zwischen den 25°—35° südfallenden Platten desselben Gesteines des Hochkanzel—Suntiger Grates lagern. Ausgezeichnet schön spricht sich hier dieser Gegensatz der Lagerung derselben Gesteine in ihren Verwitterungsformen aus, indem den glatten, grellen Kalkwänden mit ihren Faltungs- und Torsionssprüngen, dem gothischen Schnitzwerk der Kalk- und Rauchwackenthürme der Raibler Schichten die von Wasserrinnen zerfurchten Plattenhänge mit den zungenförmig aufstrebenden, weichen, begrüntem Lehnen darüber entgegenstehen. Das breite, weich geformte Joch weist auf seinen Abhängen je eine grössere Wanne auf, welche mit vorzüglich aus Wettersteinkalk bestehenden Moränenwällen versehen ist. Diese Wälle, welche jenem letzten Stadium angehören dürften, in dem keine allgemeine Eisbedeckung, sondern nur eine Vergletscherung der dafür geeignetsten Stellen, der Eispunkte des Gebirges, vorhanden war, sind besonders auf der Westseite des Joches, in der Gegend der Halleranger Alpe, deutlich entwickelt. Nebenbei treten aber auch wahrscheinlich ältere Glacialreste auf, von denen auf der Vomperlochseite ein mächtiger, das Thal begleitender, schon stark erodierter Längswall bis gegen 1600 *m* hinab zu verfolgen ist. Etwas darunter endet die Einlage der Raibler Schichten, welche besonders auf der nördlichen Thalseite durch eine mächtige Furche von angrenzendem Kalkgehänge gesondert wird. In den Felsen oberhalb der Thalstufe, an deren Fuss das ärmliche Lochhüttl liegt, zeigen Stollen und Erzhalde einen verlassenen Bergbau auf Bleiglanz und Galmei an, wie ein ähnlicher sogar hoch in den Nordostwänden des Bettelwurfes betrieben wurde. Die Wettersteinkalkstufe des Lochhüttls durchsägt der Bach in tiefer, von Wasserfällen schäumender Klamm, aus der er dann in lebhaftem Gegensatz in ein ganz flaches Thalstück übergeht, in welchem er vielfach gewunden zwischen breiten Schuttbeeten sich hinschlängelt. Die Gegend des Lochhüttls stellt überhaupt den inneren Abschluss des trogförmigen Mittelstückes des Thales vor, das ganz ausgezeichnet ausgeprägt ist mit breiter, flacher Sohle und steilen, hohen Wandungen, in denen über 300—400 *m* hohen Steilstufen die tiefen Kare zurückgehen. Vom Mittelstück des Thales aus gesehen, erscheint überhaupt das mächtige Grubenkar als dessen gerade, unmittelbare Fortsetzung, das sich mit hoher (300 *m*), steiler Stufe zum Lochhüttl abstürzt. In diesen breiten, rechteckigen Ausguss des Kares hat sich der daraus zur Zeit des Schneesmelzens oder bei Gewittern entspringende Bach eine tiefe, aber ganz schmale Schlucht eingefressen, eine Erscheinung, die sich fast an allen Karen wiederholt, natürlich

in sehr verschiedener Deutlichkeit. Während in diesem mittleren Thalstück, wo der Bach nirgends in Felsgrund arbeitet, sondern Schutt ablagert, die nördliche und nordöstliche Flanke aus einer glatten Felsflucht besteht, ist der entgegengesetzten Seite eine kleine Hügellandschaft vorgelagert, welche zum Theil aus anstehenden Raibler Schichten, aus Schuttkegeln sowie aus glacialen Schuttmassen gebildet wird, welche besonders zwischen Lochhüttl und Auhütte vielfache Anschwellungen und Gruben bilden, die wahrscheinlich dem Ende jenes Gletscherstadiums angehören, das schon der Längswall im oberen Thalgebiete verrieth.

Bei der Jagdhütte unter der triefenden Wand beginnt der Bach wieder kräftig in den Felsgrund zu schneiden, so dass er von da an bis zu seiner Mündung ins Innthal fortwährend in einer tiefen Schlucht hinläuft, welche jedoch, abgesehen von einigen Schwellen am Anfang und einer ganz draussen am Wasserfang des Vomper Elektrizitätswerkes, ein flaches und sehr gleichmässiges Gefälle aufweist. Zur Seite verlaufen in ungefähr 1000—1100 m Höhe Ueberreste einer viel älteren Thalsohle, welche noch vielfach von den Weganlagen zum Eindringen in diese wilde Welt von Schluchten und Wänden benützt werden. Diese Terrassenreste münden etwas tiefer als die Höhe der Vomperberger Schotterterrasse. Dieselben ziehen sich recht deutlich ins Zwerchloch, das einzige Seitenthal, hinein, wo die Jagdhütte darauf steht und sie noch bis nahe an die Thaltheilung zu erkennen sind. Auf Vorsprüngen dieser alten Thalsohle finden sich auch noch nahe am Ausgang des Thales, besonders zwischen Schneethalgraben und Vomperberger Terrasse, Ueberreste von Grundmoränen eines älteren, weit umfangreicheren Gletscherstadiums.

Der schluchtartige Theil des Vomperlochs nun lässt eine sehr einschneidende Zweitheilung in einen inneren, noch der grossen Mulde angehörigen, und einen äusseren, im Hauptdolomit quer durchbrochenen Abschnitt zu. Der erstere reicht von der Jagdhütte an der triefenden Wand bis zur Schlucht bei der Ganalpe, wo die grosse Störungslinie des Walderjochs das Thal trifft und unter sehr spitzem Winkel schneidet. Längs derselben treffen arg zerfaltete Lias- und Kössener Schichten meist unmittelbar oder mit Einschaltung von verstümmelten Raibler Schichten an den Wettersteinkalk der Vomper Kette. Von da an auswärts gräbt sich der Bach in die steil nordfallenden Platten des Hauptdolomits, indem er nicht mehr der tektonischen Vorzeichnung sich unterwirft.

Am inneren Abschnitte der Schlucht haben wir in vorzüglicher Weise Gelegenheit, die innersten Theile einer stark gequetschten Mulde zu betrachten, welche gerade in der Tiefe der Klamm abgeschlossen sind. Wenn wir dem neuen Steig folgen, der mit Vermeidung der Katzenleiter an der Mündung der Zwerchlochklamm den Grund der Schlucht erreicht und ihm aufwärts folgt, so erkennen wir vielfach eingeschlossen zwischen nahezu senkrechten Rutschwänden ganz zermalnte Raibler Reste, vor allem bituminöse Kalke, aber auch schwarze Schiefer und bräunliche Sandsteine. Die Kalke sind fast ausnahmslos zu einem feinen, scharfkantigen Grus zerdrückt, der wieder durch das feinere Mehl zu einer leicht zerbrechlichen Breccie

verkittet ist. Die Abhängigkeit von einem gewaltigen, zermalmenden Druck ist hier eine ganz unabweisbare.

Die grossen Rutschwände begleiten eine Strecke weit die Schlucht, indem sie die beiden Wände derselben bilden, doch schneiden sie auch seitlich in die Bergkörper und zeigen so an, dass eine ganze Zone in der Richtung sich nahe stehender Sprünge vorhanden ist. Einer derselben spaltet am Abhange des Bettelwurfkammes die Bärenklamm auseinander und sondert so die flach gelagerten Theile des Hauptkammes von einer steil gegen das Vomperloch zu abschliessenden Scholle. Wie gebogen und verworfen dieser tiefste Muldenkern übrigens ist, geht schon daraus hervor, dass einerseits im Grunde der Schlucht, anderseits aber auch auf der Stufe der Galalpe und jener der Melanser-alpe 200—300 m höher auf beiden Seiten Raibler Schichten auf flach liegendem Wettersteinkalk anstehen.

Ausserhalb der Mündungsstelle der Zwerchlochklamm treffen wir in der Schlucht selbst keine Raibler Schichten mehr an, wohl aber ziehen sie sich auf der Stufe der Melanser-alpe mit geringen Unterbrechungen und meist durch Rauchwacken vertreten über den Sattel des Arbesbüchel ober dem Vomperberge bis zum Mahdgraben hinüber.

Die durch die Galalpschlucht herabkommende Störungslinie verläuft eine kleine Strecke in dem hier etwas verbreiterten Schluchtgrunde, dann erhebt sie sich unter den Wänden der Melanser-alpe und zieht oberhalb der alten Thalstufe ebenfalls über den Sattel des Arbesbüchels zum Mahdgraben hinüber. Fast allenthalben treffen wir in dieser Zone, wo die Aufschlüsse hinreichen, steil gegen den Vomperkamm einfallende jurasische Gesteine, meist Liasfleckenmergel, unter denen sich Kössener Schichten, Plattenkalk und Hauptdolomit einstellen. Während die Hauptdolomitschichten keine besonders auffallenden Zeichen der Störung an sich tragen, so sind zwar auch in vielen Theilen zermalmt und ungeschichtet, sie zeigen die liasischen Schiefer gewundene und enggefaltete Formen in ganz hervorragender Weise. Es ist ganz genau dieselbe tektonische Ausbildung hier im Süden des Vomper Kammes vorhanden, welche wir seinerzeit von der Galalpschlucht über das Walderjoch bis ins Hallthal hinein verfolgen konnten. Sehr bemerkenswert ist das Auftreten der Raibler Schichten in verquetschten Resten an zahlreichen Stellen dieser quer zum Faltenbau des Karwendels verlaufenden Störungslinie, welche sich von der Gegend der Thaureralpe bis nach Fiecht bei Schwaz verfolgen lässt.

Am Ende der Hauptdolomitschlucht bei der Pfannenschmiede durchbricht der Bach noch eine Scholle von Wettersteinkalk, von Hauptdolomit, ein steiles Gewölbe von schwarzen Schiefnern und Rauchwacken der Reichenhaller Schichten, grünlichen Buntsandstein und Muschelkalk. Dieses mosaikartig zusammengesetzte Schichtengebäude ähnelt am meisten den ebenso verwickelten Vorlagen von alter Trias, die wir auf den Vorhöhen des Schwazer Erzdolomits antreffen. Zum Theil schon über dem Hauptdolomit beginnend, finden wir dann die Reste eines sehr mächtigen, verkalkten, alten Schuttkegels des Thales, unter denen sich, durch einen Steinbruch entblösst, grosse Gletscherschiffe mit Grundmoränen zu erkennen geben. Ueber-

lagert wird dieses Conglomerat von wohlgeschichteten, vor allem centralalpinen Schottermassen, denen hinwiederum die Reste von jungen Grundmoränen stellenweise aufsitzen. Diese Schotter mit den oberen Grundmoränen sind es auch, welche die Terrassen zu beiden Seiten der Mündung des Vomperthales, den Gnadenwald und den Vomperberg, zusammensetzen. An letzterem theiligt sich im Aufbau auch eine erhebliche, aus Hauptdolomit bestehende Felsstufe, welche am Vomperbach, bei Fiecht und am Stallenbach erschlossen ist.

Wir haben gesehen, dass das Vomperloch vor allem von den eigenen Eismassen besetzt war und zwei ziemlich deutlich erkennbare und abgeschlossene, hochgelegene Glacialstadien enthält. Ausserdem haben wir Kalkgrundmoränen auf altem, hochgelegenen Thalboden bis zum Vomperberg verfolgen können, welche wohl ebenso einem Rückzugsstadium angehören dürften, nur einem, das viel weiter sich verschob. Interessant ist die Vertheilung der erratischen Geschiebe, von denen der Innentheil des Thales vollständig frei ist, während vom Walderjoch her, wo sich neben zahlreichen Irrblöcken auch noch Grundmoräne findet, der Hang der Ganalpe und der ganze Abhang des Ummelberges damit ziemlich regelmässig überstreut ist. In der Schlucht selbst findet sich das innerste erratische Vorkommen an der Einmündung der Zwerchlochklamm. Dem entsprechend liegen auch auf der anderen Thalseite noch am Abhange der Huderbankspitze selten und nur in kleinen Geröllen Irrstücke verbreitet. Thalaus mehren und vergrössern sie sich, ja die Melanseralpe verdankt ihre Wiesen zum grossen Theil schon glacialem Schutt, in dem centralalpine Geschiebe nicht mehr selten sind. Auch auf der gegenüberliegenden Ganalpe finden sie sich reichlich nebst Resten einer kalkigen Grundmoräne.

In dem von grossartig wilden Wänden umdüsterten Seitenthale des Zwerchloches begegnen wir ebenfalls innerhalb der Jagdhütte, am Abhange des Sonnchartgrates, einem Reste einer kalkigen, schlammigen, verkitteten Masse, steilgeschichtet, welcher auch schlecht gekritzte Geschiebe enthält und einer alten Thalstufe auflagert. Etwas innerhalb von dieser Stelle vereinigen sich Lamskar, Schafkar und Schneepfanne, drei Kare von den reinsten, unverhüllten Felsformen, in denen nur ganz oben ziemlich magere Moränenwälle liegen, während sonst der nackte, kaum begrünzte Fels hervortritt.

Breite, steilgewölbte Strassen senken sich zwischen den steilen Wänden von den Karen herab, von denen Schafkar und Lamskar überhaupt ausser dürftigen Quellen keine Wasserläufe besitzen.

Steigen wir durch eine oder die andere dieser Felsenstrassen empor, so staunen wir über die Anzahl von Wannern und Stufen, die hier vereinigt ist. Dabei pflegen die unteren Stufen viel höher und steiler zu sein als die oberen, während die Wannern sich nach oben vergrössern und vertiefen. Das Lamskar weist in dieser Art sicherlich 10 grössere Stufen auf, von denen die oberen oft noch zu weiterer Gliederung neigen.

Von eigentlichen Gehängebreccien findet sich im Thalgebiete des Vomperloches nur bei der Dawaldhütte (Fig. 8) am Abhange der Niedernisslspitzen eine Vertretung. Hier reicht nämlich von etwa 1200 m

bis gegen 2000 *m* eine festverkittete, reine Wettersteinkalkbreccie empor, auf welcher lose Irrblöcke bis gegen 1460 *m* zerstreut sind. Eine grundmoränenartige Schuttmasse scheint diese Breccie zu unterlagern.

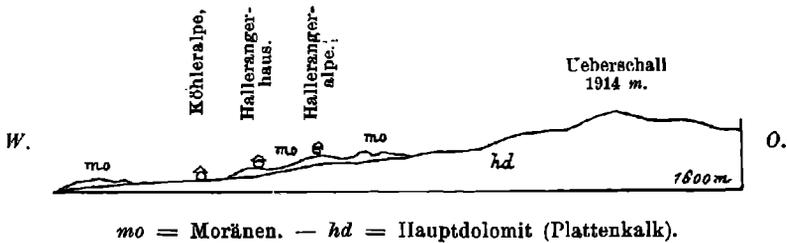
Weiter östlich am Vomperjoch steigen die erratischen Stücke noch höher, von denen die höchsten im Mahdgraben bei 1620 bis 1650 *m* sich einstellen.

Das Hinterauthal.

Fig. 1—3.

Wie der Ueberschall die Quellen des Vomperloches trägt, so birgt er auch die des Hinterauthales. Flache Mulden senken sich anfangs vom Scheitel des Joches herab, die bei der Hallerangeralpe (Fig. 1) von deutlichen Moränenringen umschlungen werden. Indessen gesellen sich hier und weiter unten bei der Köhleralpe, auch noch unter den Nordwänden der Hallthaler Kette, seitliche Moränenringe dazu, welche uns ein ausgezeichnetes Bild jenes letzten grösseren Eisstadiums gewähren, wo nahe beisammen eine Anzahl von kleinen, selbständigen Gletscherchen in jeder schattigen Mulde kauerte. Alle diese Ringe und Wälle liegen auf dem Grunde von Raibler Schichten oder von Hauptdolomit, welcher hier bis in die Nähe der Hallangeralpe den Kern der Mulde bildet, und bestehen aus grobem Schutt und Klötzen von Wettersteinkalk. Das neuerrichtete, be-

Fig. 1.



queme Hallerangerhaus der Section Schwaben des Deutsch-Oesterr. Alpenvereines liegt auf einer Anschwellung wenig unterhalb der Hallerangeralpe, und hier wurden durch die Grundahebungen ganz deutliche Grundmoränen von schlammiger Grundmasse mit einzelnen klaren, gekritzten Geschieben aus Wettersteinkalk entblösst. Diese Grundmoräne gehört wohl einer älteren Zeit an als die Blockringe in ihrer Umgebung.

Wandern wir thalab, so bemerken wir gleich, dass sich der Bach immer mehr aus dem Kern der Mulde gegen den nördlichen Flügel hinausdrängt. Beim Unterleger der Lavatschalpe treffen wir beträchtliche Schuttanhäufungen, welche wohl wieder das Ende eines Stadiums bezeichnen. In derselben Gegend setzen auch die Raibler Schichten auf die Südseite des Baches über, der sich in die Wettersteinkalkplatten einzunagen beginnt, in denen hier früher ein Bergbau

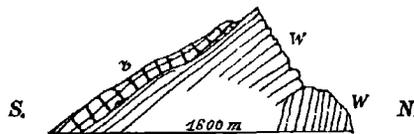
auf silberhaltigen Bleiglanz umging. Thalab durchbricht er nun in machtvoller, unzugänglicher Schlucht den grossen Wettersteinkalkflügel seiner Mulde und tritt bei der Kastenalpe ganz unvermittelt in einen breiten, fast ebenen Thalboden ein, welcher sich weit ins Rossloch hineinzieht. Kommt man das Hinterauthal aufwärts gegangen, so erkennt man deutlich, dass seine eigentliche Fortsetzung das Rossloch bildet, so dass das Hinterauthal und das Vomperthal in ihren geraden Fortsetzungen am Kamme der Grubenkar Spitze sich treffen würden.

Freilich ist der Gegensatz des weit geöffneten, flachbodigen Rossloches gegen den 150 m höher über der Klamm liegenden Ausguss des Lavatscherthales ein weit schärferer als der beim Lochhüttel im Vomperloch.

Hier haben wir auch eine Stufenmündung eines Seitenthales vor uns, welche nicht durch glaciale Wirkungen, sondern allein durch tektonische Verhältnisse zu erklären ist. Der Lavatscherbach verlässt sein Muldengebiet und fällt über den Rand des Nordflügels in eine neue Mulde hinab, der er nun ein gutes Stück folgt. So kommt die grosse Ungleichart der Ausbildung des mittleren Hinter-

Fig. 2.

Suntiger 2124 m.



r = Raibler Schichten. — W = Wettersteinkalk.

authales zustande. Im Süden haben wir eine schroffe Wettersteinwand, darüber eine hochliegende Raibler- und Hauptdolomitmulde, die Fortsetzung vom Halleranger, über welche erst die grosse Wand des Gleierschkammes sich aufrichtet. Im Norden fallen die Wettersteinplatten des Hinterauthalkammes ganz regelmässig ins Thal und weisen eine ganz normale Kar- und Thalbildung auf, während im Süden die kurzen Querthäler mit hohen, durch eine gewaltige Längsverwerfung gebildeten Stufen münden. Uebrigens sind diese Querthäler am Fusse der hohen Nordwand des Gleierschkammes mit ganz grossartigen Moränenwällen des letzten Stadiums ausgestattet.

Von der Kastenalpe dringt das Hauptthal in sehr gleichmässigem Anstieg ins Rossloch hinein, das im Innern von einem weiten Kranz hoher Felsgipfel eingeschlossen wird; unter denen sich bucklige, fast reine Felskare von allen Seiten vereinen und die grossartigste Karlandschaft des Karwendels erzeugen.

Trotz der mächtigen, an Stufen und Felswannen so reichen Formen sind Moränenwälle sehr ärmlich vorhanden; ein grosser und zusammenhängender findet sich nur an der Westseite der Sonnentippen. Endlos dehnen und wölben sich Buckel und Gruben über-

und nebeneinander, was besonders, wenn alles mit schimmerndem Schnee bedeckt ist, einen ernsten, unvergesslichen Eindruck hinterlässt.

Die Stufe, welche in der Wand des Süntingerkammes (Fig. 2) so scharf ausgeprägt sich bis ganz in den Hintergrund hinein verfolgen lässt, ist rein tektonischer Natur, indem der untere Theil aus saigeren, der obere aus südfallenden Wettersteinkalkplatten besteht, an deren Grenze wegen der verschiedenartigen Verwitterung sich ein Gesimse einstellt. In den steilen Plattenschüssen der südlichen Sonnenspitzen hat sich hier im Rossloch ein kleiner Rest einer Wettersteinkalkbreccie erhalten, welche wie alle ähnlichen Gesteine sehr zu Höhlenbildung sich eignet. Auffallend ist ihre ausgesetzte, steile Lage auf abschüssigem Plattengefüge, worin sie sehr an die ebenso gebildeten und lagernden „verzauberten Knappen“ des Halthales erinnert, wenn sie auch keine Thürme zusammensetzt.

Während die südlichen Querthäler des Hinterauthales so ausgesprochen tektonisch vorgezeichnet sind, zeigen die nördlichen umso klarere Erosionsverhältnisse. Sämmtliche münden mit engen Klammern und darüber liegenden deutlichen alten Thalsohlen. Moserkar-, Birkkar-, Oedkar-, Breitgrieskar- und Hinterkarbach sind alle nach demselben Typus gebaut, so dass es genügen wird, einen derselben genauer darzustellen.

Als innerstes selbständiges Querthal mündet etwas innerhalb der Kastenalpe das Moserkarthal mit einer tiefen, wasserreichen Klamm, welche bis zur Thalgabelung hineinreicht. Auf beiden Seiten der Klamm laufen sehr flach ansteigende Felsterrassen hinein, welche sich bei der Thalgabelung vereinen. Auf diesen Felsstufen und noch weiter aufwärts treffen wir die Reste einer reinen Wettersteinkalkbreccie, die wieder von weiter ausgebreiteten Vorräthen von glacialem Schutt mit schlammigen Massen und gekritzten Geschieben überzogen wird. Als jüngste Bildung schieben sich allerwärts von den Wänden frische Schuttkegel darüber. Steigen wir weiter empor zu den Karen, so treffen wir an ihrer Schwelle auf Schuttringe, welche das jüngste Glacialstadium bezeichnen. Nicht alle diese Querthäler besitzen solche Breccien, jedoch sind fast überall Grundmoränen in ihren unteren Theilen anzutreffen, wo sie auf den Resten der alten Thalsohlen lagern. Die Moränenreste in den oft riesenhaften Karen stehen mit ihrer unbedeutenden Ausdehnung in lebhaftem Gegensatz, was allerdings auch daher kommt, dass die mächtigen, rasch sich vergrößernden Schutthalden ihre Formen verwischen.

Die Höhe der alten Thalsohlen über der jetzigen Schuttfläche des Hinterauthales schwankt um 100 m herum und bleibt annähernd bei allen Mündungen dieselbe. Nur der Birkkarbach hat einen bedeutenden frischen Schuttkegel ins Hauptthal hinausgeschoben.

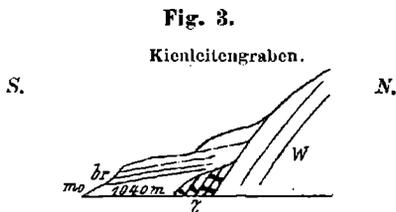
Das bei der Kastenalpe stattlich breite Hauptthal verengt sich allmählig thalabwärts, und dazu setzen auf beiden Seiten begleitende Schuttstufen ein, welche jedoch von frischen Schuttkegeln und Bachrissen vielfach zerstückelt werden. Sie beginnen in der Gegend der reichen Quellen, „Bei den Flüssen“, bemerkbar zu werden und nehmen thalaus stetig an Umfang zu. Ihr Material besteht aus Raiblerstücken, Hauptdolomit und Wettersteinkalk, welcher die anderen

Bestandtheile weit überwiegt. Interessant ist es zu sehen, wie rasch verhältnismässig die weicheren Stücke der Raibler Schichten thalab zwischen den härteren Kalksteinen aussterben, und zwar allem Anschein nach in den Schuttstufen viel rascher als im frischen Bachgerölle.

Diese terrassenförmig angeordneten Schuttmassen besitzen einen ziemlich einheitlichen Aufbau, indem sie grösstentheils ungeschichtet sind, vor allem in den unteren Lagen, und hier vielerort Grundmoränenpackung und gekritzte Geschiebe verrathen.

Sehr schön wird ihr Aufbau am Ausgang des Kienleitengrabens (Fig. 3) erschlossen. Hier bilden schichtungslose, schlammige Massen mit oft prächtig geschliffenen und geschrammten Wettersteinkalkgeschieben die Unterlage. Nach oben wird der Grundmoränencharakter undeutlicher, dafür stellt sich schräg thalabfallende Schichtung und Verkittung ein. Frischer Schutt lagert noch darüber.

In dieser Gegend endet der mittlere, völlig in Schutt liegende Theil des Hinterauthales und es beginnt seine mächtige Ausgangsklamm bei etwa 1030 m sich in Hauptdolomit einzugraben. Bei der



mo = Moränen. — *br* = Conglomerat (Breccie). — *r* = Raibler Schichten. — *W* = Wettersteinkalk.

Mündung des Breitgrieskarbaches setzen nämlich schon die Raibler Schichten, am Kienleitenskapf der Hauptdolomit aufs nördliche Ufer über. So kommt es, dass nicht blos der Ausgang des Hinterauthales, sondern auch der des Karwendelthales fast völlig in Hauptdolomit gelegt ist. An den Abhängen des Kienleitenskapfes treffen wir im Hinterauthalgebiete zum ersten Male auf sehr vereinsamte, erratische Geschiebe, welche thalauswärts sich vermehren. Der gegen die Hinterauthalschlucht gekehrte Abhang des Kienleitenskapfes ist fast ganz abgescheuert und sehr arm an Schutt, wogegen der gegenüberstehende Abhang des Gleierschammes reichlich mit Moränen beladen ist.

Zwischen Hinterauthal und Karwendelthal, die sehr ähnliche Felsausgänge besitzen, schiebt sich ein Absenker des Kienleitenskapfes weit vor und bildet hier in der Höhe der alten Thalsohlen über den Klammern eine breite Hochfläche, welche sich auch noch jenseits der Karwendelschlucht bis Scharnitz ausdehnt und hier als „Birzel“ bezeichnet wird. Diese Anhöhe besteht grösstentheils aus Fels, und zwar aus Hauptdolomit und einer schmälern Zone von Raibler Schichten in Rauchwackenfacies. In ausgezeichneter Weise ist hier ein grösseres Stück des alten Thalbodens erhalten, der sich besonders ins Karwendel-

thal mit deutlichen Terrassen hineinzieht. Bedeckt wird dieser alte Thalbodenrest zwischen den beiden Thälern von Grundmoränen, welche fast ausschliesslich aus Wettersteinkalk bestehen und daher grellweissliche Färbungen aufweisen. Spärlich erscheinen Urgerölle beigemengt, während gekritzte Geschiebe aus Wettersteinkalk reichlich und gut entwickelt sind. Am Birzel und am Ausgange des Hinterauthales ins Scharnitzer Becken am Südufer liegt noch unter den weissen Grundmoränen ein sehr festes Conglomerat aus gerundeten Wettersteinkalk-, Muschelkalk-, Hauptdolomit- und Raiblerkalk-Stücken mit seltenen centralalpinen Geschieben und gekritzten Kalkgeröllen. Es erinnert diese Bildung sehr an die ganz ähnliche am Ausgange des Gaisthales ins Leutascher Becken, welche auch centralalpine Geschiebe enthält und von Grundmoränen überlagert wird.

Der Vomper-Hinterauthaler Kamm.

Fig. 4—15.

Ueber diesen beiden oben beschriebenen Thälern erhebt sich der obige Bergkamm mit seinen kraftvollen, stolzen Formenreihen in mehr allmähligem Anstieg, um dann im Norden durchaus mit gewaltigen Wänden gegen Thäler und Jöcher niederzubrechen. Kein Kamm des Karwendels trägt so alle Eigenarten dieses einsamen, ernsten Hochgebirges an sich wie dieser, der nicht nur die höchsten, sondern auch schwierigst zugänglichen Gipfel und Kare enthält.

Er beginnt am Innthale mit dem langgezogenen Rücken des Vomperjoches (Fig. 4 und 5), dessen Aufbau für das Verständnis des ganzen Kammes massegebend ist. Der längere, östliche Theil desselben

Fig. 4.

Vomperjoch 2000 m.

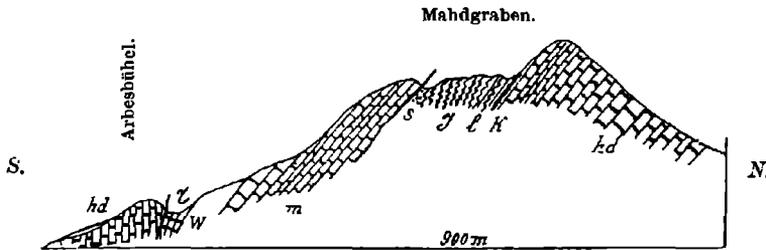


m = Muschelkalk. — *S* = Salzthone, Rauchwacken der obersten Werfener Schichten.
— *J* = Jura. — *l* = Lias. — *K* = Kössener Schichten. — *hd* = Hauptdolomit (Plattenkalk).

besteht aus steilgestelltem Hauptdolomit, der durch den Sattel und die Furche des Mahdgrabens von der aus Muschelkalk und Wettersteinkalk gebildeten westlichen Fortsetzung des Joches geschieden wird. Ueber diesen Sattel streicht nun aus dem Gebiete des Stallenthales herüber eine regelrechte Folge jüngerer Schichten, welche mit Plattenkalk, Kössener Schichten, Lias und oberem Jura sich ziemlich concordant auf die Unterlage des Hauptdolomits hinlegen. Sie stossen schräg unter sehr spitzem Winkel an einer mächtigen Störungszone ab, welche von einem schmalen Band von zerquetschten Rauchwacken und Salzthonen der obersten Werfener Schichten begleitet wird. An diese von Quellen besetzte Zone schliessen sich dann mächtige, aus

Muschelkalk und Wettersteinkalk gebildete Schichten, welche ihren Abfall in etwas mehr als Hängeneigung erst dem Innthale, dann dem Vomperloch zukehren. Der Zug dieser jungen Schichten, welcher quer den Hauptkamm übersetzt und bis zu den Schotterterrassen

Fig. 5.

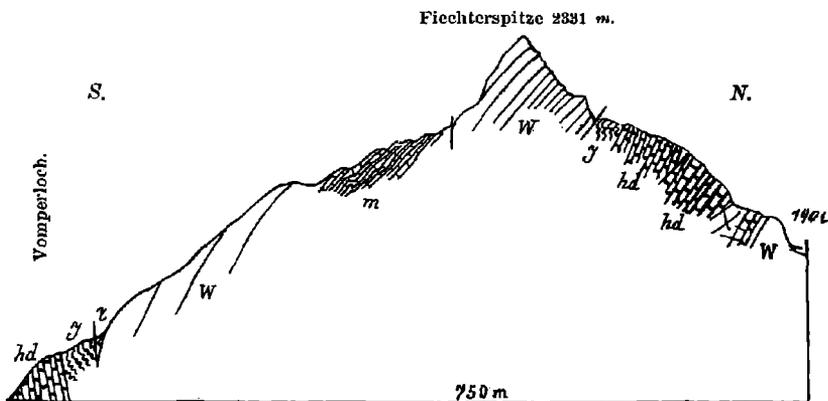


hd = Hauptdolomit (Plattenkalk). — r = Raibler Schichten. — W = Wettersteinkalk. — m = Muschelkalk. — S = Salzthone, Rauchwacken der obersten Werfener Schichten. — J = Jura. — l = Lias. — K = Kössener Schichten.

oberhalb von Fiecht zu verfolgen geht, setzt sich auch jenseits des Kammes noch bis unter die Nordwand der Fiechterspitze hinein fort.

Dieses Zusammenstossen von weit jüngeren Schichten mit grossen älteren Gebirgsmassen haben wir bisher in grossem Maßstabe nur an

Fig. 6.



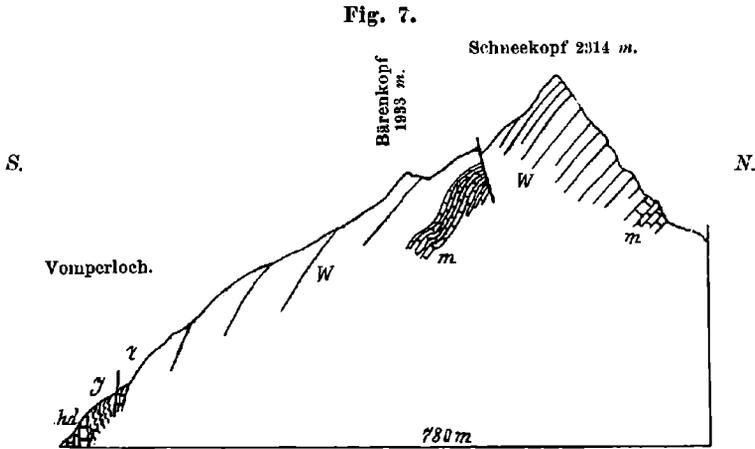
hd = Hauptdolomit (Plattenkalk). — J = Jura. — r = Raibler Schichten. — W = Wettersteinkalk. — m = Muschelkalk.

jenem ganz gleich gebauten Zug beobachten können, der von der Thaureralpe an über Hallthal, Walderjoch, Vomperthal und Vomperberg bis in die Nähe des Mahdgrabens herabzieht und ebenfalls die Kämme des Wildanger und Hallthaler Gebirges quer abschneidet.

Wir werden indessen im Verlaufe der Schilderung noch mehrfache ähnliche Vorkommnisse bemerken, die sich alle zu einem Bilde vereinen lassen.

Die grossen Muschelkalkplatten des Vomperjoches bilden seinen westlichen schärferen Grat, welcher schroff ins Stallenthal abbricht. An diesem Abbruche kann man deutlich sehen, wie zahlreiche Sprünge den Fels zerschneiden, der in Erkern vorspringt, von denen sich die äussersten Ecken oft mit tiefen, klaffenden Spalten vom Hinterland ablösen. Bergab legt sich eine Decke von Wettersteinkalk auf die Knollenbänke des obersten Muschelkalkes.

Mit der stolzen Pyramide der Fiechterspitze (Fig. 6) schwingt sich dann der Grat zum Hochgebirge auf, vorerst zur aussichtsreichen Gruppe des Hochnissl. Steile Seitengrate streben aus der Tiefe des Vomperloches zu den lichten Bergscheiteln empor, zuerst jener der Bärenköpfe



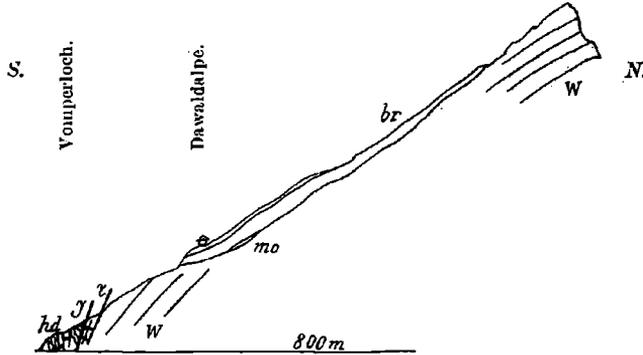
hd = Hauptdolomit (Plattenkalk). — J = Jura. — r = Raibler Schichten. —
W = Wettersteinkalk. — m = Muschelkalk.

(Fig. 7), dann der der Sonnschartspitze (Fig. 9). Klettern wir an ihnen empor, so zeigt uns besonders der grosse Bärenkopf in seinen edelweissgeschmückten Osthängen eine sehr wichtige Zweitheilung der grossen Platte an, welche sich längs ihrer ganzen Erstreckung verspüren lässt. Wir treffen hier einen steil südfallenden Grat aus unendlich geschichtetem Wettersteinkalk, unter dem die mannigfaltig verbogenen Bänke des obersten Muschelkalkes weithin hervorspringen. Dieselben steigen nun aber nicht ihrer steilen Schichtlage entsprechend bis zum Hauptkamm empor, sondern stossen oben an einer Verwerfungszone an dem Wettersteinkalke ab, welcher die Gipfel krönt. Wenn wir dieselben Gipfel von der anderen Seite betrachten, so sehen wir erst tief unten am Fuss ihrer Nordwände steil südfallenden Muschelkalk hervorklugen und können so mit Sicherheit schliessen, dass ungefähr parallel dem Hauptkamme im oberen Gehänge eine Verwerfung hinzieht, an welcher die höheren Theile des Gebirges gegen die

tiefere eingesenkt wurden. Diese Verwerfung ist mit Deutlichkeit an allen Querkämmen des Hauptkammes zu ersehen, welche derselbe ins Vomperloch absendet. Sie schneidet hinter der Sonnschartspitze durch, überquert die Huderbankspitze, die Südgrate der Eiskarl- und Plattenspitze und setzt zwischen Hochkanzeln und Rosslochspitze

Fig. 8.

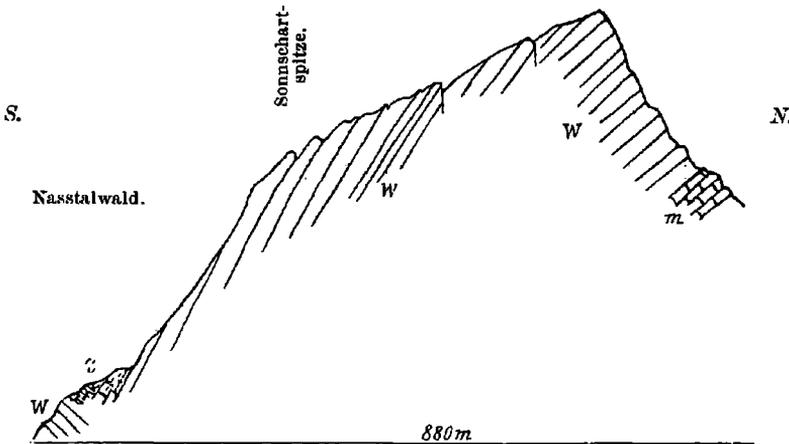
Mittagscharte 2240. m.



hd = Hauptdolomit (Plattenkalk). — *J* = Jura. — *r* = Raibler Schichten. —
W = Wettersteinkalk. — *mo* = Moränen. — *br* = Conglomerat (Breccie).

Fig. 9.

Hochniassl 2547 m.



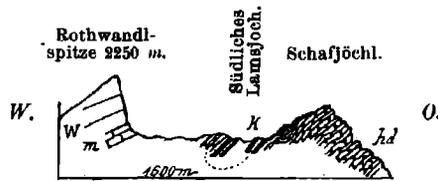
W = Wettersteinkalk. — *r* = Raibler Schichten. — *m* = Muschelkalk.

ins Rossloch hinüber. Damit gelangen wir in ein Gebiet, in welchem sie eine weit grössere Selbständigkeit und Herrschaft erlangt. Während nämlich bisher der Hauptkamm aus einer ungefähr südfallenden riesigen Platte bestand, welche entzwei geschnitten, verschoben aber so zusammengefügt war, dass beide Theile gleichsinnig sich ergänzten,

löst sich von der Hochkanzeln an der südliche Theil vollständig vom nördlichen, ja es schiebt sich erst das Rossloch, dann das Hinterauthal zwischen beide hinein.

Der südliche Theil bildet ebenfalls einen Bergkamm, der mit der Hochkanzeln anhebt, den langen Grat des Suntigers sowie die Felsstufe im Süden des Hinterauthales zusammensetzt, bis sie verschwindet. Am Suntiger (Fig. 2) tritt seine Bauart am klarsten hervor, weil er hier am tiefsten und vollständigsten erschlossen ist, und wir sehen einen stark einseitigen Sattel vor uns, über dessen saigerem Nord-

Fig. 10.

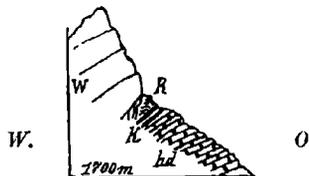


W = Wettersteinkalk. — m = Muschelkalk. -- K = Kössener Schichten. — hd = Hauptdolomit (Plattenkalk).

schenkel unmittelbar der vorgedrückte flachere Südschenkel thront. Weiter im Westen ist überhaupt nur mehr der Südschenkel zu sehen, endlich am Ausgange des Hinterauthales können wir nur mehr an der verschiedenen Höhe des Hauptdolomits das Weiterstreichen dieser Verwerfung erkennen.

Fig. 11.

Lamsenspitze 2501 m.

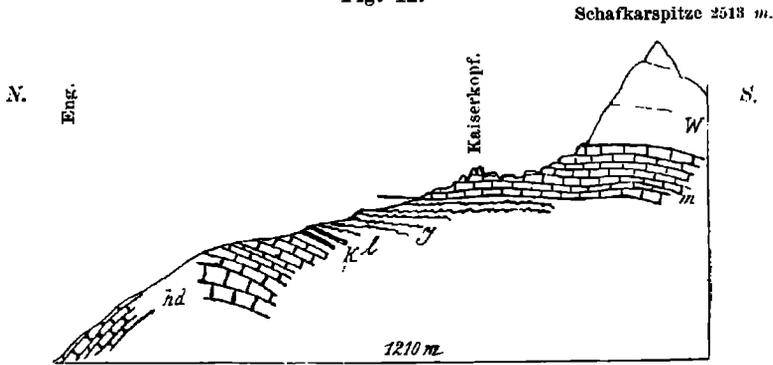


W = Wettersteinkalk. — R = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten. — K = Kössener Schichten. — hd = Hauptdolomit (Plattenkalk).

War so der Vomperkamm durch einen Längsbruch zerschnitten, so ist auch der eigentliche Hinterauthalerkamm, abgesehen von der Loslösung seines südlichen Theiles, noch von Störungen anderer Art beherrscht, welche sich am deutlichsten im Quergrat der Sonnen- und Kaltwasserkarspitze aussprechen. Diese Seitengrate (Fig. 13) sind nämlich nicht etwa bloß aus südfallenden Schichten herausgeschnitten, sondern sie stellen für sich einseitige Falten dar, welche quer zum Streichen des Hauptgrates aufgeworfen und gegen Nordwesten steiler gestellt sind. Die westlicheren Seitengrate verrathen keine so grossen

Unregelmässigkeiten, wenn auch die Anzeichen von Verschiebungen daran nicht fehlen. Am Südwestabhang des Hohen Pleissen, des westlichsten Gipfels der Kette, legt sich der Hauptdolomitklotz des Kienleitenkopfes mit einer Zwischenlage von zerpressten Raibler Schichten an das Ende des Hauptkammes, der sich geologisch noch in den Brunsteinköpfen und der Sulzelklammspitze nach Ueberschreitung der Karwendelklamm fortsetzt.

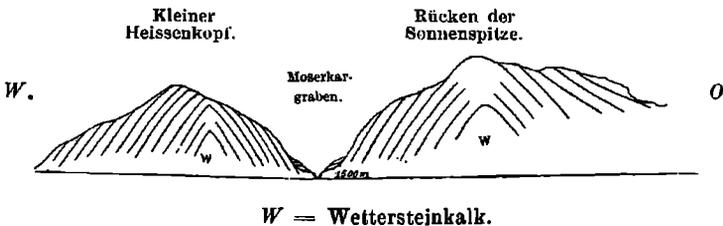
Fig. 12.



hd = Hauptdolomit (Plattenkalk). — *K* = Kössener Schichten. — *l* = Lias. — *J* = Jura. — *m* = Muschelkalk. — *W* = Wettersteinkalk.

Die Raibler und Hauptdolomitschichten des Kienleitenkopfes sind nicht als eine Fortsetzung der Halleranger-Hinterödmulde anzusehen, denn diese wird von der Masse des Hohen Gleiersch vollständig überschoben, sondern als Rest der Decke der grossen Wetterstein-

Fig. 13.

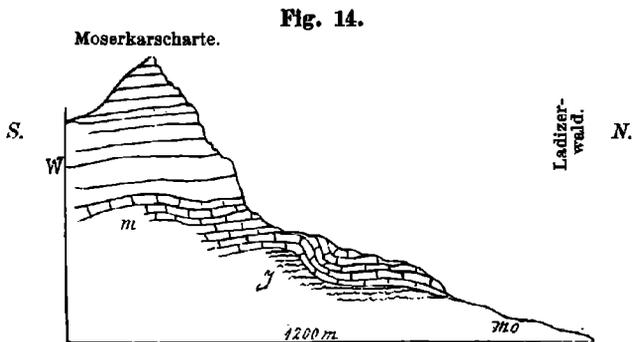


W = Wettersteinkalk.

platte, von der sich nach den Angaben Rothpletz' ein kleiner Fetzen an der Plattenspitze finden soll, den ich jedoch dort nicht zu entdecken wusste. Diese Decke von Raibler und Hauptdolomitschichten übersetzt ebenfalls die Schlucht des Karwendelbaches und zieht im Süden der Brunsteinköpfe bis nach Scharnitz. Damit haben wir den Verlauf der Gestaltung der Südseite dieses grössten Karwendelkammes verfolgt und können nun zur Beschreibung seiner Nordseite übergehen.

Da längs der ganzen Kette zum Theil ganz gewaltige Nordabstürze sie begrenzen, sind die Aufschlüsse gross und zusammenhängend.

Am Vomperjoch sehen wir den Zug der jüngeren Schichten vom Innthal auf den Nordgrat der Fiechterspitze hinüberziehen und dort enden. Am Fusse der riesenhaften Nordwände der Hochnissikette treten nur die Schichtköpfe des Muschelkalkes hervor, an deren Ausstrich man einzelne geringfügige Auf- und Abrückungen bemerken kann. An der Lamsscharte reicht der Schutt so weit hinauf, dass ehemals ein kecker Pfad, der jetzt künstlich abgesprengt ist, die Wand überspannen konnte. Mächtige Sprünge mit Rutschtafeln zerstückeln in dieser Gegend das Gefüge der Wand, welche von der Lamsscharte weg mit der kühnen Lamsspitze in scharfem Eck gegen Norden vorspringt. An diesem Eck (Fig. 11) zeigen sich wieder am Fusse der Wand, welche zuerst nur aus Wettersteinkalk erbaut ist, Rauchwacken mit schwarzen Schiefern zusammengeknäult, darunter flach südfallende



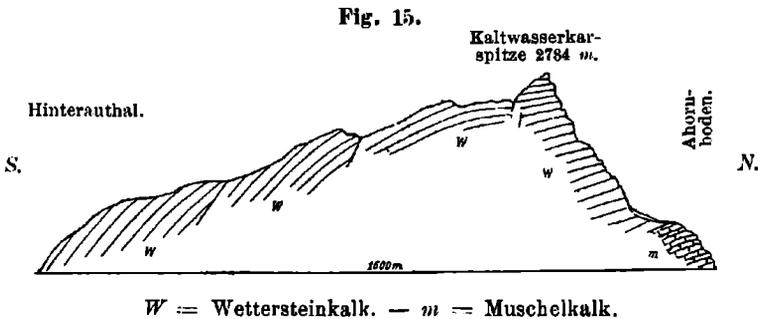
W = Wettersteinkalk. — m = Muschelkalk. — J = Jura. — mo = Moränen.

Kössener Schichten, welche abwärts in Plattenkalk und Hauptdolomit übergehen. Knapp nordöstlich am Anknüpfungsgrat des nördlichen Lamsjoches taucht auch schon wieder unter dem Wettersteinkalke der Lamsspitze der Muschelkalksockel hervor, welcher fortan ununterbrochen bis in die Nähe der Hochalm sich eröffnet. Hier legen sich unter der grossen Wand die Kössener Schichten und Plattenkalke in eine knittrige, gegen Norden überdrückte Falte, in deren Mulde im Westabhang dieses Joches Lias und oberer Jura sich wieder einstellen. Unter der schroffen Nordwand der Mitterspitze versperrt Schutt die weiteren Aufschlüsse, welche in prächtiger Weise der weit vorspringende Warthurmgrat des Kaiserkopfes (Fig. 12) wieder bringt. Diesen schmalen, von der Schafkarspitze abzweigenden Grat aus zerspaltenen, fast horizontalen Muschelkalkbänken umspannen wieder die jungen Schichten sehr umfangreich, wenn auch die unmittelbare Berührung verwachsen oder verschüttet ist. Jenseits dieses Spornes weicht die grosse Wand stark zurück, die jungen Schichten folgen nach und es bilden hier besonders die jurassischen röthlichen und grünlichen

zerfältelten Mergelschiefer und Kalke hohe, auffallende Wände mit einem schönen, schimmernden Wasserfall. In dieser Strecke, im Gebiet des Hochglücks, der Eiskar- und Spritzkarspitze sind mächtige Kare in die Wände eingehöhlt, von denen die zwei Eiskare noch jetzt kleine Gletscher zu bewahren wissen. Was diese Karformen vor allem auszeichnet, ist der Umstand, dass dieselben vom Thalgehänge durch eine lothrechte, gegen 300 m hohe Wand glatt abgeschnitten erscheinen, über welche ihre Schmelzwasser in Schleiern herabflattern. Diese Strecke der Nordwand zusammen mit der umgrenzenden düsterschweren Grubenwand gehören zum Grossartigsten, was das Hochgebirge hier zu bieten vermag.

Am Fusse der himmelhohen Mauern ziehen die Aufschlüsse der jungen Schichten bis in den „Grund“ unter die Grubenwand hinein, wo Schuttmassen nur mehr allein herrschen.

Umso ausgezeichneteter treten sie wieder am Abhange gegen das Hohljoch unterhalb des Muschelkalksockels hervor. Von der Grubenkarspitze ragt ein stolzer, steiler Pfeilergrat zum Hohljoch herab und setzt sich darüber, von neuem Aufschwung und kecke Formen ge-



winnend, ununterbrochen bis zum Gumpen- oder Lalider Hochjoch fort. Nur der Kamm und die Gipfel bestehen hier aus Muschelkalk, die Abhänge im Osten und Westen zeigen von oben nach unten ganz regelmässig flach lagernde, klein gefältelte Juraschichten, Kössener und Plattenkalklagen. Die Aufschlüsse sind gut und sehr reichlich.

Vom Hohljoch bis zum Spielistjoch verdecken riesige Schutthalden die Füsse der unglaublich glatten, nahezu lothrechten Wände. Erst am Spielistjoch sehen wir wieder unter dem Muschelkalksockel die Juraschichten ansetzen, welche, auf Kössener Schichten und Plattenkalk ruhend, in ziemlich flacher Lage den Ladizkopf aufbauen.

Interessant ist die Beobachtung, dass sich hier zwar kein zusammenhängender Arm mehr von der Wand vorstreckt, wohl aber eine allseitig abgeschnittene Kappe von Muschelkalk den jungen Schichten auflastet, welche die höchsten Theile des Ladizkopfes bedeckt.

Auf eine lange Strecke liegen nun wieder die tieferen Abhänge unter der dichten Last des Wandschuttes begraben, aus der sie erst wieder an jenem kräftig gegen Norden vorgesetzten Eck auftauchen, an dessen Seite die Moserkarscharte (Fig. 14) eingebaut ist. Hier vollziehen

die Muschelkalkschichten der untersten Wand eine starke, gegen Norden steiler gebuchtete Abbiegung, unter welcher am Osthange in ziemlichem Umfange die Juraschichten aufgeschlossen liegen. Auf der Westseite dieses Pfeilers konnte ich sie nicht nachweisen, vielleicht liegen sie im Schutt oder unter der Vegetation verborgen.

An den in riesenhaften Umrissen emporwachsenden Wänden der Kaltwasserkarspitze (Fig. 15) schmiegen sich flache Kare ein, welche vom Thal mit hohen, jedoch nicht ungangbar schroffen Wandstufen gesondert sind.

Die mächtige Birkkarspitze entsendet gegen Nordwesten einen starken Seitenarm, welcher den Hochalpsattel im Süden begrenzt und bis zum Schlauchkarbach sich hinspannt. Im mittleren Theile dieses Seitengrates verschwindet der Muschelkalksockel, nachdem er knapp davor gerade noch einen kleinen, gegen Westen überschobenen Faltschnörkel enthält.

Steigt man vom Hochalpsattel oberhalb der Alpe gegen die Wettersteinkalkwand empor, so trifft man einen schmalen Keil von Juraschichten, aus dem die Alpquelle hervorkommt. Er reicht den mangelhaften Aufschlüssen nach noch ein ziemliches Stück am Westhang gegen den Schlauchkargrabens hinab. Dieser merkwürdige Einschluss von jungen Schichten hat auch schon auf der Rothpletz'schen Karte seine Darstellung gefunden.

Von nun an steigen die Nordwände der Hinterauthaler Kette meist nahe zum Karwendelbach hinab, allein sie haben ihr geschlossenes und einheitliches Wesen verloren. Der Scheitel, der Hauptkamm, tritt von der Birkkarspitze an bis zur Pleissenspitze weiter zurück, so dass Seitenkämme vorherrschen, welche auch eine gegen Norden fallende Schichtstellung besitzen. Grossentheils sind in Folge dessen die ganzen Kämme von Wettersteinkalk gebildet, und nur an einzelnen Stellen tritt nicht mehr so ungestört wie im Osten am Sockel meist unterer Muschelkalk hervor. Drei solche Stellen folgen thalab einander, von denen die innerste die ausgedehnteste ist und mit der nächsten in Verbindung steht. Sie reicht vom Schlauchkarbach bis in die Nähe der Angeralpe und setzt besonders die Felsen zwischen dem Karwendel- und Schlauchkarbach bei den reichen Quellen zusammen. Es ist durchaus der untere Muschelkalk, welcher sich am Aufbau betheiligt. Gegenüber dem Schuttkegel des Bärenalpgrabens treten ebenfalls wahrscheinlich gleichaltrige Schichten zu Tage, auch wieder in gestörter Lagerung und vom auflastenden Wettersteinkalk tektonisch getrennt. Das westlichste Vorkommen bricht am Nordfusse der Pleissenspitze hervor und ist von ihnen am besten aufgeschlossen. Im untersten Theil des Larchetkargrabens haben wir verbogene, etwa 40° südfallende Muschelkalkschichten vor uns, welche eine Vorhöhe aufbauen. Darüber folgt eine Zone von dunkelfarbigem Breccien, aus Kalken und Schiefen zusammengesetzt, welche die Unterlage der gewaltigen Schichtmassen der Pleissen- und Larchetkarspitze ausmachen. Die Schichtstellung der wahrscheinlich dem unteren Muschelkalk angehörigen Bänke ist eine sehr rasch wechselnde und sie wird gegen Westen zu steiler. In der Gegend nördlich von der Pleissenspitze streben diese Schichten, jedoch ohne eigentlichen Zusammenhang, auf das Nordufer des Kar-

wendelbaches hinüber. Vom Gipfel der Pleissenspitze an verliert der Kamm rasch an Höhe, indem sich zugleich die Schichtbänke in derselben Richtung neigen. Hier durchbricht der Karwendelbach die Wettersteinkalkmassen und scheidet sie so von ihrer Fortsetzung im Kamm der Brunnsteinköpfe, welche über Scharnitz aufragen. Abgesehen von kleineren Störungen, legen sich am Westende nun Raibler Schichten und Hauptdolomit auf diese grosse Wettersteinkalkplatte, welche ebenfalls noch von der Klamm des Karwendelbaches angeschnitten werden. Man könnte in diesen Raibler und Hauptdolomitschichten leicht die Fortsetzung der Halleranger-Hinteröder Mulde zu erkennen glauben, dieselbe wird jedoch von den Wettersteinkalkbänken des Hohen Gleiersch bedeckt, so dass diese Reste einer jüngeren Schichtdecke nördlich der Rosslochspalte einzuordnen sind.

Das Stallenthal.

Fig. 16.

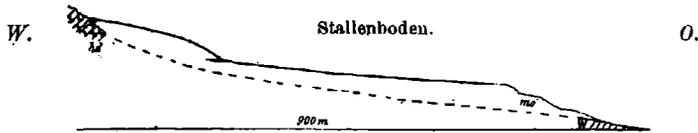
Zwischen der Nordwand der Hochnisslkette und dem Vomperjoch einerseits, dem Klotz des „Rauhen Kners“ und den Abhängen des Stanserjoches andererseits schiebt sich das Stallenthal ein, dessen unterster Theil als Staierthal nach dem Orte Stans benannt ist, bei welchem es in das breite Innthal mündet.

Am südlichen Lamsjoch beginnt seine Furche sich einzusenken, die allerdings bis fast zur Stallenalpe hinab völlig leer von Wasserläufen bleibt. Umso reiner haben sich die Ueberreste der Eiszeit darin zu erhalten vermocht, welche sich schon in der Kargrube zwischen südlichem Lamsjoch und Lamsscharte durch Schuttwälle und Wannen verrathen. Obwohl das Lamsjoch in Kössener Schichten und Plattenkalk gelegt ist, treffen wir doch vor allem aus Wettersteinkalk bestehende Blöcke in seiner Gegend, welche auch reichlich in den ganz in Hauptdolomit eingegrabenen Hintergrund des Falzthurnthales hinabgeschoben wurden. Ziehen wir vom südlichen Lamsjoch ins Stallenthal hinunter, so sehen wir gleich am Abhang des Schaffjöchls, eines Plattenkalk- und Hauptdolomitberges, weit hinab eine mächtige Seitenmoräne das Thal begleiten, bis dieselbe von den riesigen, frischen Schuttströmen des Schaffjöchls und „Rauhen Kners“ vollständig überwältigt wird. Auf der anderen Thalseite schütten die Wände der Hochnisslkette unaufhörlich ihren Schutt herab, der sich zu grossen, gleichmässigen Halden versammelt. Zwischen dem Längswalle und den grossen Schuttfeldern bleibt noch eine schmale, flache Masse übrig, in der sich eine grosse Anzahl von Blockwällen und Gruben aneinander reihen. Wenn man nur die deutlicheren zählt, so erhält man mindestens zehn Wälle. Auch sie setzen ungefähr zugleich mit dem Längswalle aus und so schieben sich im letzten Thalstück oberhalb der Stallenalpe von der einen Seite die Schutthalden des Hochnisslkammes, von der anderen die des Schaffjöchls und Rauhen Kners ganz aneinander. Dabei hat man Gelegenheit, zwei sehr verschiedene Arten von Schuttmassen knapp nebeneinander zu vergleichen. Die Halden der grossen Hochnisslwände, welche an zahlreichen Stellen weitergenährt werden, besitzen einen fast gleichmässigen, flach concaven

Abfall, während die Schuttmassen des Schaffjochs und Rauhen Kners einen mächtigen Kuchen von stark convexer Wölbung bilden. Diese auffallende Form dürfte er wohl dem Umstande verdanken, dass an seiner Aufschüttung häufig bei Schneeschmelze und Regen rasch versiegende Bäche theilhaftig sind, welche nur aufzuschütten, nicht aber wegzureissen die Kraft haben.

Unterhalb dieses Schuttkuchens öffnet sich das Thal zum herrlich ebenen Boden der Stallenalpe (Fig. 16). Zugleich vereinigt es sich hier mit jenem Seitenthale, welches vom Lunstsattel zwischen Rauhem Kner und Lunst herabstreicht. In diesem Thale liegen viel reichere Quellen, welche jedoch im Alpgrund versiegen und erst ausserhalb desselben viel stärker wieder hervorbrechen. Der Lunstsattel ist an der Grenze von Hauptdolomit und Wettersteinkalk in sehr spärliche Raibler Schichten eingefressen, welche auch noch tiefer im Thal, gerade oberhalb der Stallenalpe, in schwachen Resten zu finden sind. In der Kargrube im Osthang des Rauhen Kners lagert ein deutlicher Moränenwall, das Thal selbst ist ebenfalls voll Schutt, der jedoch von den oft wildbachartigen Gewässern ganz umgearbeitet und verstümmelt wird. Interessant ist ein kleiner Rest jenes langen Moränenwalles,

Fig. 16.



hd = Hauptdolomit. — mo = Moränen. — W = Wettersteinkalk.

den wir vom Lamsjoch herabziehen sehen, welcher sich knapp oberhalb der Stallenalpe an den Abhang des Brentenkopfes anschmiegt. Der Boden der Stallenalpe selbst ist von einer sehr geringen Neigung und einer glatten, nahezu ebenen Oberfläche, welche in lebhaftem Gegensatz zu den hohen und steilen Felsmauern des Thaltroges steht. Nur in sehr wasserreichen Zeiten vermag der Bach den Boden zu überströmen, wobei er dann flache, weite Schuttbeete darüber breitet. Gegen das untere Ende des Bodens zu gräbt sich eine meist leere Bachrunse tief in seinen Schuttgrund hinein und setzt sich thalab fort, wobei sie die riesige Mächtigkeit des Schuttinhaltes des Stallenenbodens bis auf das Grundgebirge hinab entblösst. Am unteren Ende des Stallenenbodens finden sich auch die ersten centralalpinen Geschiebe, darunter ein grosser Gneissblock in der Nähe des Stallengatterls am Abhang des Vomperjoches.

40—50 m unterhalb der Krone des Schuttbodens beginnen dann die Quellen in reicher Fülle hervorzutreten, von denen ein Theil in langer Leitung zum Kloster Fiecht hinabgeführt wird. In einer Mächtigkeit von etwa 150 m wird so der Schuttinhalt des Stallenenbodens erschlossen, der grösstentheils aus ungeschichtetem Geröll des Thalgebietes sowie aus eingestreuten centralalpinen Gesteinen zusammengesetzt wird. Im

unteren Theile zeigt die Masse deutlich den Charakter einer Grundmoräne, und am neuen Steig durch die Schlucht waren zur Zeit der Anlage mehrfache schlammige Lager mit schönen gekritzten Geschieben zu entdecken.

Diese Schutteinfüllung, welche noch immer sehr reichlich vorhanden ist, war jedoch ohne Zweifel eine noch weit beträchtlichere, wie man aus Resten im Thale und besonders auf seiner südlichen Flanke ersehen kann.

Tief schneidet die wilde Gamsbachklamm, welche unterhalb dieser Schutteinlage mündet, in den Körper des Stanserjoches hinein und enthält dabei eine Anzahl von mächtigen Verwerfungsklüften, denen entlang die Klamm streckenweise hinstreicht. Erstaunt bemerkt man in der Tiefe der grossartigen Schlucht eine ganze Ansammlung von grossen, abgerundeten centralalpinen Blöcken, welche man nicht darin vermuthen möchte.

Bei St. Georgenberg erheben sich zu beiden Seiten des Thales schroffe Felsecken, vom Hintergehänge durch kleine Sättel getrennt, auf welchen sich überall noch kleine centralalpine Geschiebe erhalten haben. Der Wallfahrtsort St. Georgenberg selbst liegt auf der bedeutendsten dieser Felskanzeln und besitzt daher seinen romantischen Zugang einerseits über eine in den Fels gesprengte Stiege, anderseits über eine hohe, alterthümliche Brücke.

Unterhalb von St. Georgenberg tritt der Bach ins Gebiet des Muschelkalkes ein, der im Norden des Vomperjoches von der Gegend des Stallenbodens bis in die Nähe des Schlosses Tratzberg am Südfusse des Stanserjoches sich hinzieht und dabei den Stallenbach kreuzt. Von der Brücke und der Säge an bildet der dunkle Kalk einen flachen, breiteren Thalboden, auf den von der Höhe der Bauhofterrasse ein 200 m mächtiger Einsatz von gutgeschichteten, gerollten, grösstentheils centralalpinen Flussgeröllen, Sanden und Bänderthonen hereingebaut ist. Zu unterst liegen die Bänderthone, während darüber Sande und Schotter öfters miteinander wechseln. Auf der anderen Thalseite finden sich nur ganz oben Reste dieser Schotter, das übrige Gehänge haben Muschelkalkfelsen inne. Der Weg, welcher vom Kloster Fiecht nach St. Georgenberg führt, läuft allenthalben in diesen Schottern bis nahe an die Brücke des Stallenbaches, wo er den Muschelkalk streift. Der Bach selbst schneidet in den alten Thalbodenrest ein und wirft sich darunter in wilden Stürzen durch die tosende Wolfsklamm, welche jetzt zum grossen Theil künstlich zugänglich gemacht wurde. Alte Stollen verrathen in ihren Wänden aufgelassene Bergbauversuche.

Am Ausgange der Klamm streicht eine Zone von gelblichen Rauchwacken zum Bach herab, welche den Muschelkalkstreifen vom Stallenthal heraus bis in die Gegend von Maria-Larch begleiten.

Von nun an folgt der Bach eine längere Strecke der Grenze zwischen Kalk und Rauchwacken, bis er sie durchbricht und in eine Thalweitung eintritt, welche in ganz zerdrückten, bituminösen Hauptdolomit eingearbeitet ist. Bilden die Rauchwacken am Eintritt in das kleine Becken eine von Thürmen gekrönte Pforte, so schliessen sich am Ausgange desselben festere Dolomitfelsen zu einer Enge zusammen,

aus welcher die Wasser über einen mächtigen Schuttkegel dem Inn zuellen. Auch dieser Kegel besitzt ebenso wie der des Vomperbaches eine tiefe, mehrstufige Furche, in welcher der Bach sich jetzt bewegt. Auch gegenüber dem Inn zeigen die Schuttkegel keinen allmählichen Uebergang, sondern eine 6—8 m hohe Steilböschung.

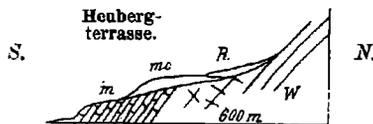
Das Mittelgebirge, welches sich von St. Georgenberg bis zum Schlosse Tratzberg (Fig. 17) hinabzieht, besteht zum grössten Theil aus steil (50—70°) südfallendem Muschelkalk, hinter dem sich stellenweise ein ziemlich mächtiger Zug einer weissgrauen Rauchwacke einklemmt. Die Schuttbedeckung dieser Terrasse ist eine nicht zusammenhängende, indem immer wieder abgerundete Felsbuckel daraus hervorschauen. Centralalpine Schotter setzen in den unteren Theilen ein, die Höhe wird von spärlichen Resten von Grundmoränen in Besitz genommen.

Das Stanserjoch.

Fig. 17—22.

Der Einfachheit der Bezeichnung wegen fasse ich unter diesem Namen die ganze Berggruppe zusammen, welche sich zwischen Stallenthal, Falzthurnthal, Achenseethalung und Innthal erhebt. Ein gewaltiges Gewölbe von Wettersteinkalk und Dolomit bildet einen langen Rücken, welcher vom Lunstsattel bis gegen Jenbach hinzieht und unmittelbar ins Stallenthal, auf die Heuberger Terrasse und endlich ins Innthal selbst sich niederlässt. Schroff ist sein Abfall gegen Norden, der schon zum Beispiel gegen das innere Falzthurn- und Tristenauthal die Neigung einer steilen Wand annimmt, wogegen er im Süden und Westen in der Glätte und Rundung seiner Flanken und Kuppen

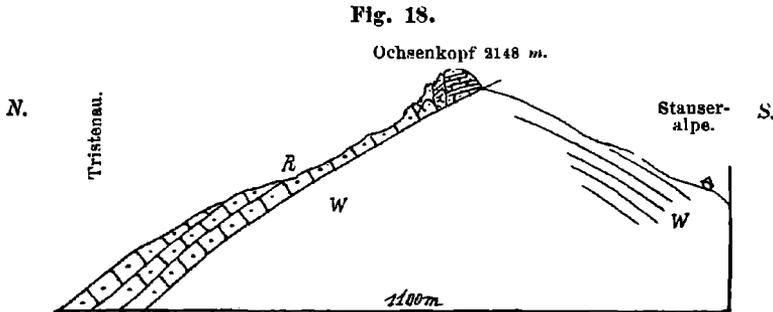
Fig. 17.



m = Muschelkalk. — *mo* = Moränen. — *R* = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten. — *W* = Wettersteinkalk.

einem riesenhaften Gletscherschliff nicht unähnlich sieht. Von der grossen Platte des Vomperkammes trennt ihn die mächtige Einlage des Rauhen Kners, des Schafjöchls und jene des Vomperjoches. Ihr Verhältnis ist am klarsten an jenem Grate erschlossen, der vom Gipfel des Lunst über Rauhen Kner, Schafjöchel und südliches Lamsjoch sich an den Vomper Hauptkamm anlehnt. Hier sehen wir am Lunstsattel auf die gegen Westen absinkenden Platten des Wettersteinkalkes mit einer verquetschten Zwischenlage von Raibler Schichten (Rauchwacken, Schiefer und Sandsteine) etwas discordant die Schichten des Hauptdolomits sich anlegen. Das riesige Schluchtwerk des Rauhen Kners und des Schafjöchls enthüllt vorzüglich den Bau dieser grossen

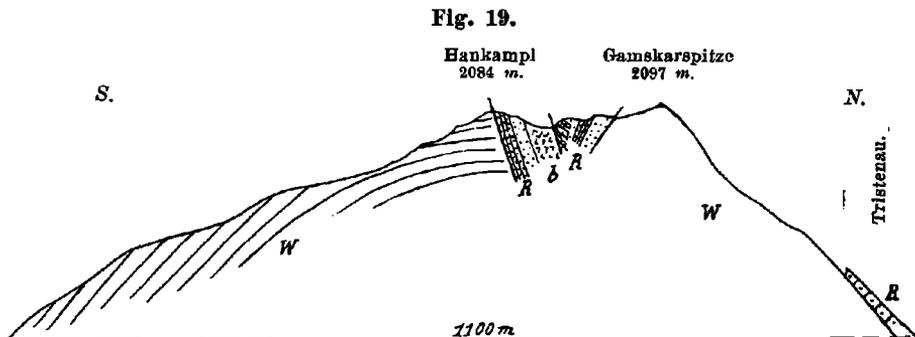
Zwischenschaltung. Während der Wettersteinkalk sich steil herabsenkt, stoßen die angrenzenden Hauptdolomitschichten weit flacher daran ab und setzen im Bereiche des Rauhen Kners eine flache Mulde zusammen, an welche das Schaffjöchel als Sattel und das südliche Lamsjoch als neuerliche Mulde sich fügen (Fig. 10). Der Scheitel des Sattels zwischen Rauhem Kner und Schaffjöchel ist jedoch durch eine



R = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten. — W = Wettersteinkalk.

gewaltige, tief einschneidende Schlucht entzwei gerissen, welche aus dem Falzthurnthal ins Stallenthal hinüberquert.

Die Schichten des Schaffjöchls sowie die des südlichen Lamsjoches zeigen nun eine ganz ausserordentliche Verknitterung und Verzerrung, welche man vom gegenüberliegenden Hankampl aus prächtig übersehen



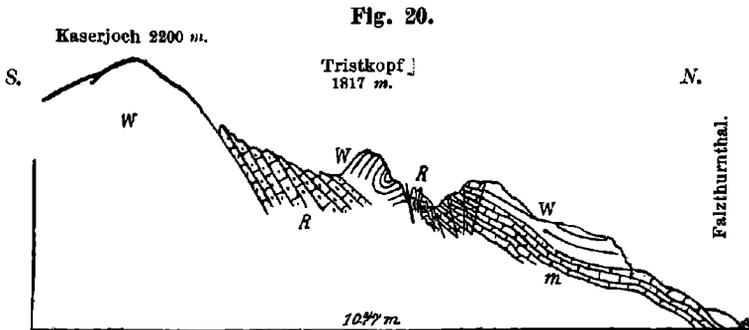
W = Wettersteinkalk. — R = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten.
b = Buntsandstein (Werfener Schichten).

kann. Dabei besteht bereits der höhere Theil des Schaffjöchls aus Plattenkalk, auf den sich in der Gegend des südlichen Lamsjoches noch kräftig verbogene Kössener Schichten legen, welche auch den Felsrücken im Süden des Joches zusammenbauen.

Wenn wir den westlichen Abfall des Wettersteingewölbes noch genauer besichtigen, so begeben wir im Südkamme des Lunst (Fig. 22)

bei der sogenannten „Nauderer Stiege“ noch einem kleinen Rest von Sandsteinen und Schiefen der Raibler Schichten. Von diesem Sattel senkt sich nämlich gegen Westen eine Einbuchtung des Wettersteinkalkes herab, in deren Grund wir einem wirren Haufwerk der oben genannten Gesteine gegenüberstehen, welche, soweit die Aufschlüsse reichen, ohne jeden geordneten Schichtverband dort lagern.

Damit sind jedoch die Auflagerungen von jüngeren Schichten auf dem Gewölbe des Stanserjoches noch nicht erschöpft. Vom Gipfel des Lunst sinkt der Hauptkamm gegen Nordosten zu einem fast um 200 m niedrigeren Sattel ab, von dem sich die höchste Gipfelform, welche dem Joche aufgesetzt ist, die Rappenspitze (2224 m) (Fig. 21), aufschwingt. Dieselbe besteht aus flach liegenden, leicht gewellten Hauptdolomitplatten, welche zum Theil mit einer Unterlage von Raibler Schichten dem Wettersteinkalkgewölbe auflasten. Sehr bemerkenswert ist nun aber der Umstand, dass trotz der scheinbar ganz regelmässigen Auflagerung die Raibler Schichten nicht in ungestörter Voll-



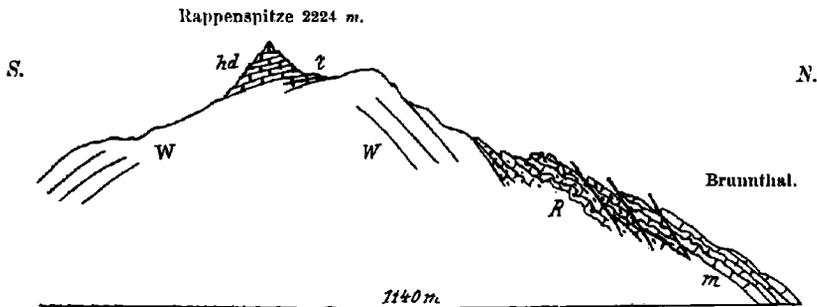
W = Wettersteinkalk. — R = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten. —
m = Muschelkalk.

ständigkeit, sondern in ganz verwirrter, unregelmässiger Weise fast nur aus losen Sandsteintrümmerhaufen zusammengesetzt werden. Dabei fehlen sie auf der Westseite fast ganz, während sie auf den übrigen Seiten sehr wechselnd zum Vorschein kommen. Auch hier ruht wie an der Nauderer Stiege das ganze Vorkommen in einer Einbuchtung des Wettersteinkalksockels, welcher sich dann daraus wieder zum Kaserjoch (2200 m) aufrichtet. Dieses ist die höchste Aufwölbung des hier ganz dolomitischen Wettersteinkalkes des Joches, das sich nun in leicht auf- und abwogender Zeichnung bis zum eigentlichen Stanserjoch (2102 m) hinzieht. Etwas südöstlich vom Kaserjoch bildet der Kamm den kleinen Gipfel der Gamskarspitze, von welcher nach Süden der Seitengrat des Hankampls abzweigt, der nach St. Georgenberg hinabstreicht. In dem Sattel zwischen Gamskarspitze und Hankampl (Fig. 19) liegt nun das merkwürdige, schon von Pichler entdeckte Vorkommen von rothen und grünen Quarzsandsteinen, welche vollständig den Werfener Sandsteinen gleichen und auch von allen geologischen Besuchern dafür angesehen wurden. Sie werden begleitet

von dunklen, schmalplattigen Kalken, welche eine typische Reichenhaller Fauna führen und besonders an *Natica stanensis* Pichler, daneben noch an *Myophoria costata* ziemlich reich sind. Ausserdem sind noch grössere Massen von Rauchwacken in der Nähe der Quarzsandsteine und der dunklen Kalke vorhanden.

Dieser ganze, auffallend ältere Schichtcomplex liegt in einer tiefen Einbuchtung des Wettersteindolomits, welche auf der einen östlichen Seite fast bis in die Tiefe des Ochsenkars, etwa 100 m, auf der anderen westlichen nahezu bis zur Seitenschlucht der Gamsbachklamm, gegen 250 m tief, hinabreicht. In der solcherart gegen Westen neigenden Furche bildet der Quarzsandstein ungefähr den Kern, zu dessen Seiten dunkle Kalke und Rauchwacken sich anreihen. Dabei fügen sich dieselben jedoch nicht zu einer regelmässigen Mulde oder Sattelung zusammen, sondern im Süden folgt auf den Quarzsandstein sogleich ein Rauchwackenzug und dann erst steil nordfallende dunkle Kalke, wogegen im Norden verworren gestaltete Bänke der

Fig. 21.



W = Wettersteinkalk. — hd = Hauptdolomit (Plattenkalk). — r = Raibler Schichten. — R = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten. — m = Muschelkalk.

dunklen Kalke unmittelbar an den Sandstein stossen, aber wieder durch einen Rauchwackestreifen vom Wettersteindolomit der Gamskarspitze gesondert werden.

Diese vorzüglich erschlossene Auflagerung hat schon Pichler veranlasst, im Jahre 1863 in der Zeitschrift des Ferdinandeums (III. Folge der Beiträge zur Geognosie von Tirol), Seite 6, zu erklären, dass hier untere Trias in einer Falte der oberen eingeklemmt und über diese flach hinweggeschoben erscheine.

Anschliessend an dieses Vorkommen treffen wir weiter östlich noch auf eine viel weiter reichende Decke von dunklen Kalken mit Reichenhaller Fauna in der Gegend des Ochsenkopfes (2148 m) (Fig. 18).

Der nördliche Zug der dunklen Kalke und Rauchwacken setzt sich nämlich von der Gamskarspitze an, den Hauptkamm selbst beherrschend, bis weit über den Ochsenkopf hinaus fort, wobei die Schichten eine äusserlich ziemlich ruhige Lage einzunehmen scheinen.

Sie reichen im Osten bis zu jenem Sattel, an welchem der Jochweg nach Norden zur Weissenbachalpe hinabsteigt. Am Ochsenkopf sind sie besonders gut erschlossen, und man sieht, dass ihre Bestandtheile wild durcheinander liegen, da in die Rauchwacke oft ganze Schollen von dunklen Kalken eingefasst sind. Weiter im Osten befinden sich auf der Höhe des Joches keine Reste von jüngeren oder älteren Gesteinen mit Ausnahme von erratischen Gesteinen, von denen jedoch die centralalpinen nirgends über 1650 *m* hoch hinaufsteigen.

Umso grossartiger überdecken auf der Nordseite des Gewölbes ältere Schichtmassen seinen Abfall.

Vom Ochsenkopf (Fig. 18) ziehen sich die Rauchwacken, Kalke und Dolomite der Reichenhaller Schichten einerseits direct bis in den Grund des Tristenauthales hinab, anderseits streichen sie zum Kessel des Weissenbachthales in die Tiefe, von der sie, von der Erosion vielfach ausgezackt, zur Heiterlahnalpe und nahe ans Weihnachtegg hinausstreichen.

Das ganze mächtige Berggebiet zwischen der eben beschriebenen Südgrenze, dem Tristenau-, Falzthurnthal und der Achenseethalung wird vor allem von diesen Gesteinen des unteren Muschelkalkes erbaut; aus deren Reich sich nur der östliche Kamm des Bärenkopfes als ein mächtiger Wettersteinkalkklotz heraushebt. Dichte Vegetation verdeckt grosse Theile dieser reich abgerundeten Höhen und erschwert den Einblick in den wahrscheinlich ziemlich verwickelten Aufbau.

Die Felsen, welche unterhalb des Lehnberges im Osten des Tristenauthales zur Höhe der Bärenbadalpe anstreben, verrathen eine Mulde, deren Nordflügel in die Luft ausgeht, während der Südflügel in mächtiger Entfaltung sich auf den Wettersteinkalkleib des Bärenkopfes hinaufschiebt. Die Decke von Reichenhaller Gesteinen bildet so die Kappe des höchsten Theiles des Bärenkopfes, was sich von der Weissenbachalpe her recht auffällig ausnimmt. Zahlreiche Verwerfungen zeigen sich in den Felsen, ohne dass es gelingt, sie weiter zu verfolgen. Am Abhange des Bärenkopfes gegen das Weissenbachthal kommen unten Gesteinsarten vor, welche wahrscheinlich schon dem Muschelkalk zuzuzählen sein dürften. Südlich dieses Thales besteht der ganze Kamm des Schwarzeggs wieder aus Reichenhaller Schichten, stellenweise in sehr zerstörter Lagerung. Hier ziehen dieselben bis zu den Glacialterrassen des Achenseedammes hinunter. Auf den Hängen der Bärenbadalpe sowie am Sattel westlich oberhalb der Weissenbachalpe finden sich die schon erwähnten Haufen von losen Raibler Sandsteinen in ziemlicher Verbreitung.

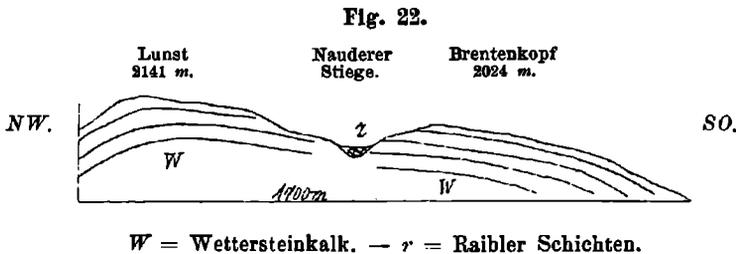
An den tieferen Nordost- und Nordhängen der Bärenbadalpe tritt in den Gräben vielfach ausgelaugter Salzthon und Rauchwacke auf, welche die obersten Werfener Schichten verrathen, von denen die Quarzsandsteine auf der Nordseite des Joches nirgends an den Tag treten.

Am untersten Fusse des Lehnberges ist längs der Schuttbucht von Pertisau eine schmale Zone eines bituminösen Dolomits, wohl Hauptdolomit, angeworfen, der auch noch am Nordfusse des Tristkogels, am Habüchel, zu sehen ist.

Noch grossartiger äussert sich zwischen Tristenau- und Falzthurnthal, im Gebiete des Tristkogels, die Ueberlagerung jüngerer Schichten durch ältere.

Am Nordfusse der Rappenspitze setzt die vorzüglich aus Rauchwacken bestehende Zone ein und zieht schräg gegen das Lärchkar hinauf, von dort hoch über die Brunthalalpe bis über 1900 *m* an den Nordgrat des Kaserjoches, von wo sie in wilder Schlucht in den Hintergrund des Tristenauthales absinkt. Auf dieser ganzen Strecke enthüllt sich die Grenzlinie wie auch sonst überall am Stanserjoch als eine Rückwitterungslinie der auflagernden Decke von Reichenhaller Schichten, unter denen das Wettersteindolomitgewölbe allerorts hervorschaut.

Zunächst dem Gewölbe des Stanserjoches lagern ganz gewaltige Massen von gelblichen Rauchwacken, die häufig grössere und kleinere Brocken von dunklen und hellen Kalken sowie von Dolomit in sich schliessen. In steilen, von Höhlen zerfressenen Schichtzügen fallen sie nach Norden hinunter. Die Schichten des oberen Muschelkalkes legen sich häufig flacher, in ziemlicher Mächtigkeit darüber, ja an einzelnen Stellen, wie am Gipfel des Tristkogels (2005 *m*), des Trist-



kopfes (1812 *m*) und an einem südlich davon aufragenden Felsriffe, sind sogar noch Kappen von Wettersteinkalk erhalten. Unter den Reichenhaller Schichten tauchen am Nord- und Südfusse des Tristkogels, sowohl im Falzthurn- als auch im Tristenauthale Salzthone mit lichtgrünen Sandsteinen auf, in denen fast regelmässig Quellen entspringen.

Den besten Einblick in den intensiv gestörten Aufbau der Tristkogelmasse gewinnt man aus den Aufschlüssen des Brunthalgrabens (Fig. 20). Steigt man aus der Tiefe des Falzthurnthales den schmalen Alpsteig empor, so sieht man an beiden Seiten des Thales in mächtigem Aufschwung Bänke des Muschelkalkes sich aufrichten. Mehrfach bemerkt man Schichtstauchungen und Verwerfungen, doch ist im ganzen der Aufbau noch ziemlich regelmässig. Unter diesen Bänken mit *Encrinus liliiformis* machen sich dann in ungefähr gleicher Neigung dunkle Kalke, Dolomite und Rauchwacken bemerkbar, welche am westlichen Thalgehänge mit schönen Knickungen bis gegen das Wettersteindolomitgewölbe hinaufstreben. Am östlichen Gehänge stellen sich jedoch schon etwas unterhalb der Brunthalalpe viel bedeutendere Störungen ein, indem die Rauchwacken grossartig zerknickt über die

Muschelkalkdecke emporbrechen. Knapp bevor man den Stauboden der Alpe betritt, finden sich in diesen Rauchwacken Reste von Salzhon und lichtgrünen Sandsteinbröckchen. Gegenüber der Alpe lastet den mächtig gefalteten Rauchwacken noch ein engmuldig zusammengepresster Klotz von hellem Kalk auf, hinter dem die Rauchwacken wieder in ruhigerem Anstieg sich an die Dolomitwand des Kaserjoches lehnen.

Die weitaus grösste dieser Wettersteinkalkauflagerungen ist der Gipfel des Tristkogels, welcher ganz regelmässig auf flach nordostfälligem Muschelkalk aufruht.

Es erübrigt noch, die glacialen Ablagerungen in diesem Gebiete näher zu beachten. Der ziemlich geringen Höhe sowie dem Mangel an hohen, tiefen Karen ist wohl die auffallende Armut an Glacialresten vor allem zuzuschreiben. Nur in den Karen an der Süd-, Südwest- und Nordostseite der Rappenspitze sind deutliche und mehrfache Moränenwälle hinterlegt worden. Davon ist besonders die letztgenannte Seite bemerkenswert, einmal durch die Reinheit der Wallformen, anderseits aber auch darum, weil wir sehen, wie in diesen Wällen vielfach Material der viel höher anstehenden Raibler Schichten in die Tiefe geschleppt wurde. Dadurch sind jedenfalls am allereinfachsten zum Beispiel die losen Stücke von Raibler Schichten zu erklären, welche gerade nördlich von diesen Wällen auf dem Boden der Brunthalalpe unten liegen.

Interessant ist die Vertheilung der erraticheu Geschiebe im Süden und Norden dieses Gebietes. Am Südabhange finden sich von etwa 1400 *m* an abwärts ziemlich dicht und regelmässig centralalpine Geschiebe. Höher hinauf liegen nur wenige, am meisten noch am Abhange des Hankampls oberhalb der Plattenalpe, wo sie sich bis 1650 *m* verfolgen lassen. Von der Plattenalpe abwärts nach St. Georgenberg sind an dem sehr steilen Felshange an manchen etwas geschützteren Stellen sogar die Reste von Grundmoränen und gekritzte Geschiebe zu finden. Der Niederleger der Stanseralpe (1349 *m*) ist auf grossen, deutlichen Gletscherschliffen erbaut, auf deren fast ebenen Fläche auch grosse Blöcke von Gneiss sich vor dem Abkollern bewahrt haben. Zwischen dieser und der Plattenalpe bricht im sogenannten Kreidenwald ein heller kalkiger Lehm, wohl ebenfalls von Grundmoränen, zu Tage.

Auf der Nordseite umsäumt den Fuss des Lehnberges bei Pertisau eine Zone von Grundmoränen, während centralalpine Geschiebe noch auf der Bärenbadalpe herumliegen. Auch im inneren Falzthurnthale, bei der gleichnamigen Alpe, konnte ich kleine Geschiebe eines Amphibolits entdecken. Im Weissenbachthale reichen dieselben nur in die Gegend der Jagdhütte hinein, etwa bis zur Höhe von 1200 *m*.

Das Falzthurnthal.

Die bisher betrachteten Thäler folgten alle mehr oder weniger genau der tektonischen Vorbauung; mit dieser Thalform kommen wir zu reinen Durchbruchsthälern, welche von nun an ein grosses Gebiet fast ausschliesslich beherrschen.

Das Thal beginnt mit einem tiefen, weiten Kessel, welcher quer in die Hauptdolomitmasse des Rauhen Kners, des Schafjöchls und des Hahnkampls eingebohrt ist. Vergleicht man die beiden gegenüberstehenden Wände des innersten Thalgrundes, so springt ihre Zusammengehörigkeit sofort in die Augen, indem der Faltzeichnung des Rauhen Kners und Schafjöchls auch die des Hahnkampls ähnlich ist. Der Weg, welcher das südliche Lamsjoch mit dem nördlichen verbindet, führt gerade über den Wänden des eigenartigen Thalschlusses hin, in den man so bequem einen guten Einblick bekommt. Dieser innerste Kessel ist jetzt ganz wasserleer, da nur sehr bescheidene Quellen eine Strecke weit über die Felsen rieseln und dann im Schutt versiegen, der allein hier in riesigen Halden seine Herrschaft ausübt. Aus dem weiten Kessel des Hauptdolomits tritt das Thal in eine Enge, welche von Wettersteindolomit hervorgerufen wird, der in mächtigem Zuge quer darüberstrebt. Es ist das Gewölbe des Stanserjochs, welches sich vom Lunst über dieses Thal ins Sonnenjoch fortsetzt und diesen mächtigen Klotz zum grössten Theil aufbaut. Tiefe Schluchten trennen den inneren Hauptdolomit von diesem Wettersteindolomitgewölbe, welche sowohl im Lunst- als auch im Grammaigraben als Zwischenlage stark verschobene Keile von Raibler Schichten aufschliessen. Besonders im letzteren erhalten wir in die mächtigen Verzerrungen dieser Schichten einen guten Einblick, welche hier in Sandsteinen, Schiefern, Oolithen, Kalken und Rauchwacken recht gut vertreten sind. Hat das Thal den querliegenden Wall von Wettersteindolomit durchbrochen, so gelangt dasselbe in den Bereich der Reichenhaller Schichten, welche auf seiner südlichen Seite nun weit hinaus an den Thalhängen ausstreichen. Es sind die gegen Norden und Nordosten abfalligen Massen des Tristkogelgebietes, welche natürlich, ihrem Fallen entsprechend, in der Fortsetzung auf der nördlichen Thalseite nur mehr mit ihren höheren Schichten vertreten sind.

Wenn man dieses hauptsächlich gegen Norden gerichtete Fallen berücksichtigt, entspricht auch hier die südliche Thalseite ganz genau der nördlichen.

Die Störungslinie zwischen Wettersteindolomit und den auflagernden Reichenhaller Schichten setzt sich über das Thal am Nordostabbruch des Sonnenjochs über die Bärenlahnerscharte ins Engthal hinüber fort. Reichenhaller Schichten, ja sogar Salzthone sind im Bärenlahnergraben aufgeschlossen, auf denen die flachgewellten Wettersteinkalkmassen der Bettlerkarspitzkette lagern. Nach dieser mächtigen Masse alter Trias tritt von Norden her die überschobene Kreidemulde des Gütenberges an das Thal heran und endet allerdings an seinen Schuttmassen, jedoch biegt im weiteren Verlauf der Thalzug ganz in die Gütenberg-Richtung ein, so dass es wahrscheinlich ist, dass er hier derselben gefolgt ist. An dieser Stelle mündet im Süden das Tristenauthal, im Norden das Gerntal. Das erstere zieht sich mit breitem, gleichmässig ansteigendem Grunde durch die Decke von alter Trias bis zum Stanserjochgewölbe hinein und geht im Hintergrunde in äusserst steile Runsen über, aus denen Wildbäche herniederbrausen; das letztere schwenkt um den Güten-

berg herum und ist ganz in Hauptdolomit eingegraben. Seine Quelläste greifen bis zum Plumserjoch empor, auf dessen Abhängen gegen die Gernalpe sich Gletscherschliffe sowie Reste der Grundmoränen finden. Dieselben sind an der Ostseite des Joches von etwa 1400 *m* an aufwärts zu erkennen, und es liegen hier auf Hauptdolomit und Plattenkalk sogar einzelne geschrammte Geschiebe von Wettersteinkalk. Tiefer legen sich riesige Schuttmassen an die Abhänge des Joches, welche ebenfalls an glacialen Schutt erinnern.

Von der Pletzachelpe an begleitet im Nordosten eine Schuttstufe das Thal bis zu seiner Mündung. Knapp vor der Pletzachelpe ist durch künstlichen Abbau unter dieser Stufe ein oben gelblich-grauer, unten mehr blaugrüner, äusserst feiner und knetbarer Lehm erschlossen, der nach Münster im Unterinntal zur Geschirrerzeugung versendet wird. Er enthält keine fremden Bestandtheile und ist in einer Mächtigkeit von 5 *m* angeschürft, ohne dass sein Grund erreicht wurde. Die Schuttstufe darüber besteht vorzüglich aus eckigem oder wenig angerundetem Hauptdolomitschutt und Spuren von anderen im Hintergrunde des Thales anstehenden Gesteinsarten. Auf ihr liegt die Alpe Pletzach und sie zieht in verschieden deutlicher Erhaltung bis ins Falzthurnthal hinaus, wo sie mit einer deutlichen Grundmoränenstufe in naher Lagebeziehung steht, da dieselbe zwar durch einen Schuttkegel vom Stampferköpfl herab von ihr geschieden ist, jedoch in gleicher Höhe am selben Bergsaume sich fortsetzt.

Diese Stufe von Grundmoränen reicht bis auf 800 *m* Entfernung an den Achensee heran und die ihr entsprechende am gegenüberliegenden Bergsaume streicht überhaupt vollständig an denselben heran und begleitet sein Ufer auf der halben Strecke gegen Seespitz. Während ich nun aber in der Stufe der Pletzachelpe keine centralalpinen oder geschliffenen Geschiebe auffinden konnte, sind die Grundmoränenstufen der Bucht von Pertisau daran sogar reich. Dabei sind die erratischen Geschiebe im unteren Theile reicher als in der Höhe und sehr schöne gekritzte Geschiebe, meist aus Wettersteinkalk, nicht selten. Steigt man den Schuttkegel des Stampferköpfls bis in den Grund seiner Felsschlucht empor, so trifft man zu seinem Erstaunen hier um 200 *m* höher auf eine mächtige Einlage von Dolomitschutt mit schlammigen Lagen, gekritzten Geschieben und ziemlich seltenen centralalpinen Stücken, welche im Schluchthintergrunde und nach oben noch mehr zurücktreten.

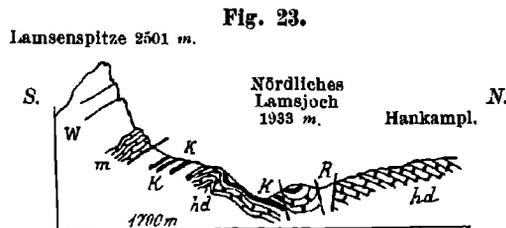
Wenn wir nun noch einmal den ganzen Thallauf überschauen, so fällt vor allem der breite, flache Grund auf, welcher sich ohne jede Stufe bis in den innersten Grund hineinzieht und in gleicher Weise auch noch die beiden Seitenthäler beherrscht. Dabei ist der grösste Theil des Thales meistens ohne Wasserläufe, welche nur im Hintergrunde in den seitlichen Felsschluchten und ganz nahe an der Mündung stets lebendig bleiben. Mächtige Schuttkegel ver mummen, von allen Seiten eindringend, seinen früheren Charakter. Auffallend ist weiters der Mangel an glacialen Schuttwällen, von denen nur bei Pertisau Grundmoränen sich zeigen. In eigenthümlichem Widerspruche dazu fand ich noch bei der Falzthurnalpe kleine centralalpine Rollstückchen, welche sich auch am nördlichen Gelände, am Kleinbergl,

einstellen. An den tiefen Einrissen, welche bei Gewittern die Wildwasser in den Schuttgrund des Thales reissen, kann man seinen Aufbau verfolgen. Es ist ein vielfacher Wechsel von Schuttlagen, zwischen denen sich schmale, verkohlte Pflanzenrestzonen verrathen, welche bei den seltenen, aber mächtigen Schuttgängen aus begrabener Vegetation sich bildeten. Nirgends im ganzen Thale ist seine Felssohle entblösst.

Der Kamm des Sonnenjoches.

Fig. 23—28.

Wie sich der Kamm des Stanserjoches am südlichen Lamsjoch vom Vomper Hauptkamme losknüpft, so der des Sonnenjoches am nördlichen Lamsjoch (Fig. 23). Wir haben bereits bei der Beschreibung der Lamsenspitze erwähnt, dass sich an ihrem Nordgrat unterhalb des Muschelkalksockels eine gegen Norden überschobene Falte aus Kössener und Plattenkalkschichten befindet, in deren Mulde das südliche Lamsjoch selbst eingebettet erscheint. Diese Falte lässt sich, nur einmal durch Schutt verdeckt, bis ins Engthal hinab verfolgen und sie tritt am Eck der Dreiaggenalpe am deutlichsten hervor, welche auf der Höhe des Sattels auf Plattenkalk liegt, während sich im Süden wie im Norden Kössener Schichten, Lias und oberer Jura der Falte entsprechend anlegen. Diese Einlage von Lias und oberem Jura beginnt schon nahe am nördlichen Lamsjoch und streicht



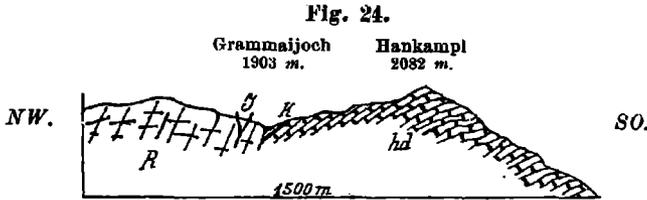
W = Wettersteinkalk. — *m* = Muschelkalk. — *K* = Kössener Schichten. — *hd* = Hauptdolomit (Plattenkalk). -- *R* = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten.

dem Binsgraben nach, von Moränenwällen theilweise überschüttet, bis in den Grund des Engthales hinab.

Vom nördlichen Lamsjoch hebt sich der Grat zum flachen Kamm des Hankampls (Fig. 24), der grösstentheils aus Hauptdolomit in enggefalteter Aufwölbung erbaut wird. Bemerkenswert ist an diesem Grate knapp nördlich vom Lamsjoch ein Keil von eingepressten Rauchwacken, wie sie ganz ähnlich den untersten Muschelkalk zu begleiten pflegen. Im grossen erfasst, stellt der Hankampl ein an die Lamsmulde geschlossenes Gewölbe dar, das im Norden mit einer verstümmelten Mulde und dem verworrenen Keil von Raibler Schichten des Grammai-grabens an das Wettersteindolomitgewölbe des Sonnenjoches stösst. An seinem Südostabfall gegen die obere Binsalpe und das Grammai-joch legen sich ganz regelrecht auf die Plattenkalke Reste von

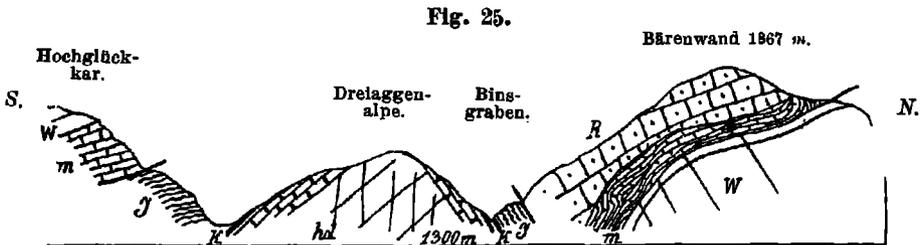
Kössener Schichten, die auch den Grund des letztgenannten Joches ergeben. Das weite Kar im Norden des Hankampls ist bis zum Hochleger der Grammaialpe von Trichtern, Schuttwällen und Gräben des jüngsten Glacialstadiums reichlich erfüllt.

Im Norden und Nordwesten des Grammaijoches tritt uns nun ein grosses, neues Element im Aufbau entgegen, nämlich mächtige Massen von Rauchwacken und dunklen Kalken der verschiedensten Art, meist dem unteren und oberen Muschelkalke angehörig. Die-



R = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten. — J = Jura. — K = Kössener Schichten. — hd = Hauptdolomit (Plattenkalk).

selben legen sich als riesige Decke über das Gewölbe von Wettersteindolomit- und -Kalk, welches sich vom Sonnenjoch unter ihr bis ins Engthal fortsetzt und dort in gleicher Gewölbebildung die schroffe Bärenwand (Fig. 25) aufbaut. Ausgedehnte Bewachsung hindert eine genaue Verfolgung der verwickelten Verhältnisse dieser Decke, welche im grossen ganz einheitlich auftritt. Im Norden des Binsgrabens stösst



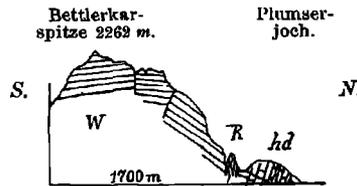
W = Wettersteinkalk. — m = Muschelkalk. — J = Jura. — K = Kössener Schichten. — hd = Hauptdolomit (Plattenkalk). — R = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten.

dieselbe unmittelbar an flach gefaltete, oberjurassische Schiefer und Kalke, am Grammaijoch an Kössener Schichten. Hier ist am Grat westlich von diesem Joch in die Rauchwackenmasse ein kleiner Keil von oberjurassischen Schiefen eingeklemmt. Weiter im Norden des Hochlegers der Grammaialpe schwingt sich die Rauchwackendecke auf den Kopf des Sonnenjochgewölbes hinauf und schneidet dabei die Einlage der Raibler Schichten des Grammaigrabens schräg ab. Dem entsprechend zeigen sich auch auf dem Abhange gegen das Eng-

thal die Verhältnisse an der Bärenwand. Das Wettersteingewölbe wird hier zunächst von Bänken dunkelgrauer Kalke, dann von Rauchwacken überdeckt, wobei die Kalkbänke an zwei Stellen lebhaft Schubfaltungen und Zerrungen aufweisen und tiefe Sprünge die Wettersteinkalkmasse durchsetzen.

Am Sonnenjoch selbst herrschen die Rauchwacken an seinem unteren Abhange gegen den Hochleger der Grammaialpe. An den westlichen und nördlichen Abstürzen streichen die Muschelkalkbänke darüber hin, welche auch seinen höchsten Gipfel einnehmen. So deutlich wie am Obertheil der östlichen Abbrüche des Sonnenjoches

Fig. 26.



W = Wettersteinkalk. — *R* = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten. — *hd* = Hauptdolomit (Plattenkalk).

zeigt sich die Ueberlagerung der Decke von unterem oder oberem Muschelkalk nur an wenigen Stellen des ganzen Kammes. In mächtiger Woge überschwillt sie hier die hohe Schwelle von Wettersteindolomit und senkt sich dann nördlich davon mit jähem Rucke in die tiefe Furche der Bärenlahnerscharte hinunter.

Fig. 27.



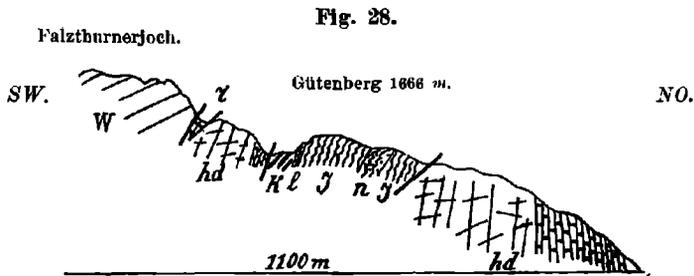
W = Wettersteinkalk. — *r* = Raibler Schichten. — *hd* = Hauptdolomit (Plattenkalk).

Wenn wir dieselbe vom Falzthurnthal ins Engthal überschreiten, so haben wir im Grunde meistens Rauchwacken, aus welchen auf der Ostseite der Scharte sogar mehrfach Salzthone mit den charakteristischen lichtgrünen Sandsteinbröckchen vortreten. Nördlich davon bricht die Schaufelspitze mit machtvoller, lothrechter Wettersteinkalkwand in die Scharte herab und zeigt am Fusse derselben über den Rauchwacken die Bänke des oberen Muschelkalkes.

Gefälle nach Norden oder Nordwesten beherrscht die ganze Decke des Sonnenjochkammes, und so bilden in der nördlichen Abtheilung, im Gebiete der Schaufel- und Bettlerkarspitze, vor allem

Wettersteinkalkmassen das Gebirge und nur an der Zone der Bärenlahnerscharte und am Westfusse der Schaufelspitze bis zum Bettlerkarbach hinein treten unterer und oberer Muschelkalk, Rauchwacken, ja sogar Salzthone und Sandsteine der obersten Werfener Schichten hervor.

Letztere sind sehr schön an der Strasse zum Plumserjoch im Bettlerkargraben erschlossen, wo sie in einem mehr als ein Kilometer langen, schmalen Streifen die Schlucht erfüllen. Salzthone, weiche, lichtgrüne und röthliche Sandsteinschiefer und Gypsreste bilden den Bestand, der zwischen die mächtigen Wettersteinkalkmassen der Schaufelspitze und die zerdrückten Hauptdolomitlager des Plumserjoches eingeklemmt liegt. Er findet an der ganzen Nordkante der Bettlerkarkette eine tektonische Fortsetzung, indem fast allenthalben zwischen dem tiefer liegenden Hauptdolomit und dem Wettersteinkalke der Gipfel eine schmale Zone von Rauchwacken und östlich vom Plumserkar von Schiefen und Sandsteinen, welche wahrscheinlich von Raibler Alter sind, eingeschaltet ist. Im oberen Bettlerkargraben (Fig. 26)



W = Wettersteinkalk. — r = Raibler Schichten. — hd = Hauptdolomit (Plattenkalk).
K = Kössener Schichten. — l = Lias. — J = Jura. — n = Neocom.

kann man deutlich gewahren, wie zwischen die flachgebogenen Wettersteinkalkbänke des Nordgrates der Bettlerkarspitze und die steil südfallenden Hauptdolomitplatten des Plumserjoches steil aufgerichtete und geknickte Rauchwackenbretter eingesperrt sind. Oestlich vom Plumserkar fehlen die Rauchwacken und es tritt die schon erwähnte Schiefer- und Sandsteinzone ein (Fig. 27), welche als schmales Band fast eben durch die hohen Wände zum Gütenberg hinüberzieht und von einem schmalen Jagdsteige zum Durchpass benützt wird.

Damit sind wir an die Zusammenstosstelle der älteren Triasplatte mit der überschobenen Kreidemulde des Gütenberges gekommen (Fig. 28). Dieselbe streicht quer zum Kamme der Bettlerkarspitze vom innersten Gerntal ins Falzthurnthal hinüber und besitzt einen verhältnismässig geordneten Südflügel, der gegen Norden zu überkippt ist. Am darunter liegenden Nordflügel fehlen vom oberen Jura an alle Schichtglieder bis zum Hauptdolomit, so dass das eingeklemmte Neocom mit Zwischenlage von zerquetschten oberjurassischen Schiefen unmittelbar auf discordant stehenden Schichtköpfen von Hauptdolomit aufruhet. In

dem wilden Graben, welcher von der Gütenbergalpe ins Falzthurnthal hinabzieht, sieht man anfangs Kössener, dann Juraschichten schräg an einer Störungslinie gegen völlig structurlos zerdrückten Hauptdolomit anstossen. Dieser Hauptdolomit schneidet seinerseits ebenso schroff am Wettersteinkalk des Falzthurnerjoches ab und schiebt sich so als Keil zwischen Triasplatte und Gütenbergmulde. Ganz im Nordosten im Abhange des Gütenberges gegen die Pletzachalpe scheint die Kreidemulde durch ein Absinken des Hauptdolomits gestaffelt, doch sind die Aufschlüsse nicht recht ausreichend zur Beurtheilung.

An Glacialresten enthält der Kamm des Sonnenjoches ausser den schon geschilderten noch in allen Karen seiner Nordseite Moränenwälle, so im Grammai-, Bettler- und Plumskar. Der Abhang des Gütenberges und des Plumskars gegen das innere Gerndal ist ebenfalls reichlich mit wahrscheinlich glacialen Schuttmassen übersät.

Das Engthal.

Fig. 29.

Dieses Thal ist trotz der mächtigen, steil aus ihm aufstrebenden Felsbauten sowohl das flachste als auch das breitsohligste Karwendelthal, in dem ebenso wie im Falzthurnthal nirgends sein Felsgrund eröffnet liegt. Mit weit ausgebreiteten Quellarmen umspannt es in seinem Hintergrunde einen grossen Bereich, vereinigt die verschiedenen Gräben und zieht dann in fast gerader Richtung gegen Norden mit einem beinahe unmerklichen Gefälle, so dass der meistens eingetrocknete Bach in zahlreichen Schlingen sich hin- und herwindet.

Einerseits zum nördlichen Gamsjoch, andererseits zum Hohljoch heben sich seine ausgedehnten Furchen empor, in denen sich stattliche Wassermengen sammeln, welche im Schutte des Hauptthales nach kurzem Laufe wieder verschwinden.

In den oberen Theilen jener Thalung, welche vom nördlichen Gamsjoch gegen die Binsalpen sich absenkt, finden wir schon im Kar unter den Nordwänden der Mitter- und Schafkarspitze grosse Moränenwälle, denen ein weiterer von grosser Deutlichkeit tiefer unten sich anreihet. In dem Hinterbecken dieses letzteren grossblockigen Walles steht der Oberleger der Binsalpe, während der Unterleger ebenfalls auf einer Schuttstufe ruht. Von dem Unterleger abwärts wird das Thal schluchtförmig, trotzdem finden sich an geschützten Stellen schlecht geglättete und gekritzte Kalkgeschiebe, welche sehr den Bestandtheilen einer Grundmoräne ähneln. Der südlichere Graben, welcher sich zwischen die Felsstufe des Hochglückkars und den Kaiserkopfglatz einzwängt, weist nur an seinem unteren Ende Schuttmassen auf, die jedoch nicht allein von ihm angehäuft wurden. Der Abfluss der Eiskarln schwebt als Wasserschleier über die riesigen Wände ins Thal, wo auch er im Schutte sich verliert.

Der grösste und am tiefsten eingegrabene Quellast ist jedoch jener, welcher in directer Fortsetzung des Hauptthales bis in den sogenannten „Enger Grund“ am Fusse der Nordwand der Grubenkarspitze sich einschneidet. In diesem Seitenthale begegnen wir reichlichem

glacialen Schutte sowohl im Grunde als auch besonders an seiner nördlichen Flanke. Im Hintergrunde bedecken mächtige, sich rasch fortbildende Schutthalden ein weites Becken. Am nördlichen Abhange des Thales beginnen jedoch bald Stufen von grundmoränenartiger Packung den Bach zu begleiten, wogegen am südlichen vor allem Hangschutt sich ausbreitet.

Bevor der Bach aus diesem engen Thaltheile in den weiten Grund der Engeralpe austritt, durchschneidet er noch einen grossen querliegenden Schuttwall, welcher wohl eines der jüngsten Rückzugsstadien begrenzte.

In glacialer Beziehung ist der ganze Hang gegen das Hohljoch hinauf und hinüber zum Gumpenjochl interessant durch weitverbreitete Gehängebreccien, von denen auch Stücke im Thale, in den Moränenwällen sich finden. Sie bestehen hauptsächlich aus Trümmern von Wetterstein- und Muschelkalk und zeigen besonders im Graben vom Gumpenjochl (Fig. 29) ins Engthal durch ihre quer über diese tiefe Schlucht zum Gamsjoch hinaufzielende Schichtung ihr beträchtliches Alter an. Sie dürften jedenfalls älter als alle anderen Glacialreste dieser Gegend sich erweisen.

Fig. 29.

Gumpengraben.



br = Conglomerat (Breccie). — *R* = Rachwacken der Reichenhaller Schichten.

Das Hohljoch selbst ist ebenso wie das südliche Gamsjoch von Moränenwällen gekrönt, welche sich sowohl gegen das Lalider- und Engthal als auch gegen den nördlichen Vorkopf hinschieben. Ebenso liegt im Süden des Gumpenjochls, in dem Kar des obersten Gumpengrabens, ein deutlicher Moränenwall. Die Vereinigungsstelle dieser Seitenthäler bildet der weite Grund der Engeralpe. Ohne die geringste Schwankung im Gefälle zieht von da der Thalboden bis zur Mündung in den Rissbach hinaus, wo der tiefe Einschnitt des Baches bei der Blauwassersäge eine gewaltige Grundmoräne aufdeckt. Bei Punkt 1127 tritt nämlich reiche Wasserfülle aus dem breiten Thalgrunde und schneidet nun thalab allgemach eine tiefe Schlucht in den fast eben sich hinausziehenden Schuttboden ein. Dadurch wird sein Bau wenigstens theilweise klargelegt. Wir bemerken hier eine 30—40 m tief aufgeschlossene, ungeschichtete Masse von Grundmoränenpackung ohne jede geschichtete Einlage, reich an lehmigem Schlamm und gekritzten Geschieben. Muschel- und Wettersteinkalk liefern neben Hauptdolomit fast ausschliesslich die Bestandtheile. Centralalpine Geschiebe fehlen vollständig. Bei guter Beleuchtung kann man deutlich sehen, dass die Ablagerung aus zwei Arten besteht, welche durch eine flach thalabwärts ansteigende Zone mit Quellen geschieden

werden. Sie unterscheiden sich hauptsächlich durch die Farbe, weil die obere mehr dunklere Gesteine als die untere beherbergt. Diese Grundmoränenzone ist am schönsten in dem Winkel zwischen Blauwasser und Plumserbach angeschnitten. Darüber lagert im Laichwald gröberer Schutt in Form von flachen Kuppen, Gräben und Wallen, was wohl wiederum auf die Endzone eines Rückzugsstadiums zu schliessen gestattet. Die Grundmoränenterrasse findet jedoch im Riss-thal abwärts ihre entsprechende Fortsetzung.

So zeigt sich auch dieses Thal als ein reines Durchbruchsthal, in welchem der Gegensatz zwischen riesigen, steilen Felsflanken und breitsohligem Boden, die Trogform, ganz ungewöhnlich scharf sich ausdrückt.

Der Kamm des Gamsjoches.

Fig. 30.

Dieser Kamm ist der einzige Seitengrat, auf welchen sich die Platte des Hinterauthaler Kammes unmittelbar hinaus fortsetzt.

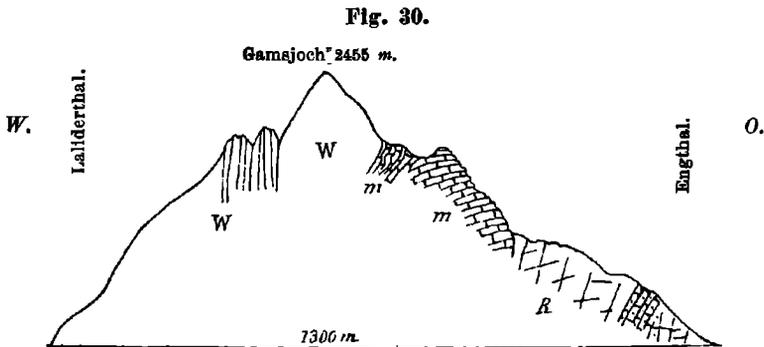
Am Hohljoch fügt sich derselbe an den Nordpfeiler der Grubenkar Spitze und zieht sich mit niedriger, aber felsiger Gipfelbildung etwa $2\frac{1}{2}$ km zum Gumpenjöchel, an dem sich erst der Grat in hohem Schwung zum dreigipfigen Gamsjoch aufwirft.

Dieses innerste Stück des Seitenkammes vom Hohl- zum Gumpenjoch zeigt nun in sehr klarer Weise die Ueberlagerung von jüngeren Schichten durch eine Zunge von Muschelkalkgesteinen. Es lässt sich nämlich hier der Bergkörper in eine obere und untere Abtheilung zerlegen, von denen die erstere durch wohlgeschichtete Kalke des unteren und oberen Muschelkalkes, die letztere durch eine regelmässige Folge von Plattenkalk, Kössener, Lias-, und oberen Juraschichten vertreten wird. Dieser untere Schichtverband ist sowohl auf der Ost- als besonders auf der Westseite gut erschlossen und befindet sich in einer flachen, gegen Norden zu ansteigenden Lage. Die obersten Lagen der jurassischen Schiefer und Kalke sind äusserst fein gefaltet und knapp unterhalb der auflagernden Muschelkalkmasse ganz verdrückt, was man auf der Westseite in den scharfen Runsen, welche vom Grat ins innerste Laliderthal abfallen, genauestens beobachten kann. Die den Kamm bildenden Muschelkalkschichten selbst lagern ziemlich flach, nur von einer kleiner Flexur und senkrechten Sprüngen betroffen. In der Gegend des Gumpenjöchels richten sich ihre Platten steiler auf und streben an dem Hange des Gamsjoches empor.

Das Gamsjoch selbst (Fig. 30) ist die directe Fortsetzung der Bärenwand, somit des Sonnen- und Stanserjoches. Doch tritt sein Gewölbeaufbau nicht mehr so deutlich hervor, wenn auch die einzelnen Elemente desselben noch gut zu erkennen sind. Auf diesen aus Wettersteinkalk und Dolomit errichteten Kern stemmt sich im Süden eine steile Folge von Kalkbänken des oberen und unteren Muschelkalkes sowie von Rauchwacken, welche vom Engthal über das Gamsjöchel quer ins Laliderthal hinüberstreicht. Dieser Zug ist

am schönsten in dem Graben an der Ostseite des Gumpenjöchls gegenüber der Enger Brennhütte aufgebrochen.

Rauchwacken bilden den Grund und die beiderseitigen Einfassungen der Schlucht und zeigen dabei mannigfaltige Verbiegungen und Aufstellungen. In der Höhe der ersten Felsstufe sieht man deutlich die horizontalen Schichtmassen des unteren und oberen Muschelkalkes sich querüber legen und noch weit am Südosthange des Gamsjoches hin streichen, bis sie mit scharfem Abbug oder Sprung in steil südfallende Lagen umkippen, welche bis an den Engerboden hinabschiessen. Diese Umbugstellen der flach geneigten Muschelkalkschichten in die steilen sind in der Höhe der Kare am Südost- und Osthang des Gamsjoches stark aufgeklappt. Es bilden dort die Knollen und Kieselknauerbänke des oberen Muschelkalkes mit kräftigen Schichtschwankungen die Schwellen und Seiten der kleinen, aber tiefen Kare, welche hier in Höhen von 2118 *m* und 2174 *m* als reine, wasserlose Fels-



W = Wettersteinkalk. — *m* = Muschelkalk. — *R* = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten.

wannen eingebohrt sind. Nur ganz spärliche Schuttmassen bedecken die Felsgruben und Buckel ihrer Oberfläche.

Entsprechend der steilen Lage der anschliessenden Muschelkalkschichten besteht auch der Gipfelblock des Gamsjoches aus dunkelgrauem unteren Wettersteinkalk, der an den wenigen Stellen, wo er überhaupt Structur besitzt, eine sehr steile verbogene Schichtung aufweist. Am besten tritt dieselbe an jenem Vorkopfe zu Tage, welcher im Nordgrat des Gamsjoches zwischen Laliderthal und Möserkar sich aufbaut. Durch einen mächtigen Sprung, welcher vom Engthal durch das Tränkkar ins Möserkar hinüberschneidet, wird das Gamsjoch von dem nördlich anlagernden oberen Rosskopf (2241 *m*) abgespalten. Der Körper dieses Berges besteht aus einem Gewölbe, das im unteren Theile ziemlich flach, im oberen steil und umgebogen ist. Auf seiner Nordabdachung legen sich auf den Wettersteinkalk wirre, gegen Norden fällige dunkle Kalke und grosse Massen von Rauchwacken, welche die tiefe Scharte zwischen oberem und unterem Rosskopf (1757 *m*) und deren Gehänge anfüllen. Sie zeigen im untersten Gefälle nach

Norden, im einzelnen jedoch oft ganz lothrecht aufstarrende Schichtbretter.

Der allseits schroffe Klotz des nördlichen oder unteren Rosskopfes (2015 *m*) stellt sich als eine ziemlich flach gelagerte, riesige Einzelscholle von Wettersteinkalk dar, welche auf wild zerknieteten Rauchwacken ruht, die in eckigen Bögen in seine Masse eingefaltet wurden. Er ähnelt in seiner Lage etwa dem Tristkogel und dem Bettlerkarkamm.

Während er aber so auf seiner Ost- und Nordseite discordant auf Rauchwacken fusst, zeigt er an seiner Nordseite gegen das Rissthal eine wenigstens ungefähr regelmässige Lagerung, indem er hier mit Zwischenschichten von schlecht erkennbaren Raibler Schichten (Rauchwacken und Sandsteine) kräftig gegen Norden überkippten Hauptdolomitschichten sich aufdrängt.

An glacialen Schuttresten ist dieser Kamm ziemlich reich, doch sind die meisten schon gelegentlich der Beschreibung des Enghales erwähnt worden.

Ausgezeichnete thalabgestreckte Wallformen weist das Kar im Südwesten des Gumpenjöchls auf. Hier liegen auch am Südhang des Gamsjoches, oberhalb des Hochlegers der Gumpenalpe, grosse Massen von jurassischen Schieferen auf dem Muschelkalk, die ihrerseits wieder von Moränenhaufen aus Muschel- und Wettersteinkalk bedeckt werden.

Die kleinen Kare am Gamsjoch auf dessen Ostseite sind sehr schuttfrei, dagegen lagern im Tränkkar, Ruderkar und besonders im Möserkar beträchtliche Moränenwälle. Das letztgenannte grosse Kar im Norden des Gamsjochmassivs besitzt ebenso wie das Kar im Südosten des Gumpenjöchls mehrere mächtige, thalab ausgezogene Schuttwälle, die sehr tief bis zu seiner Stufe hinabsteigen. Es verdankt jedenfalls seiner ausgesprochen schattigen Lage die ungewöhnlich reichen Schutzzüge.

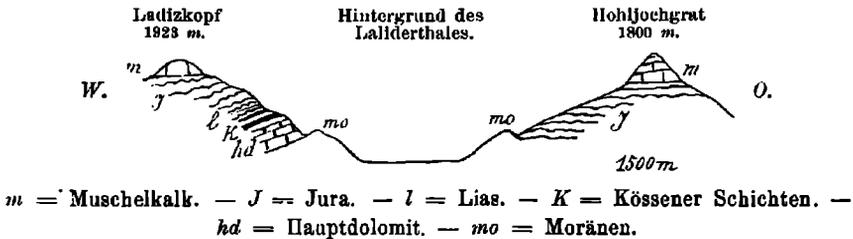
Das Lalidertal.

Fig. 31 und 32.

Dieses Querthal beginnt unter den riesigen, lothrechten Mauern der Lalider Wände, indem es sowohl nach dem Hohljoch wie nach dem Spielistjoch je einen Arm ausstreckt. Dadurch wird die Anlage seines Hintergrundes eine sehr symmetrische (Fig. 31). In der Mitte der breite, flache Schuttstrom der Lalider Wände, rechts der Graben zum Hohljoch, links der zum Spielistjoch, welche beide von je einem grossen Blockwall aus Wetterstein- und Muschelkalk bis nördlich von der Lalideralpe besäumt werden. Diese Wälle reichen fast ganz auf ihre zugehörigen Jöcher hinauf, wobei sie sich dann (besonders am Westhang des Hohljoches) in mehrere kleine Querwälle auflösen. Beide Jöcher sind so von Moränenwällen umgeben. Während der Längswall vom Spielistjoch unzertheilt bis über die Lalideralpe hinauszieht, wird der gegenüberliegende durch einen Murkegel entzwei geschnitten. Die nächste Strecke nördlich von der Lalideralpe engen von beiden Seiten mächtige Schuttkegel ein, welche überhaupt in diesem Thale die Westseite fast ausschliesslich beherrschen.

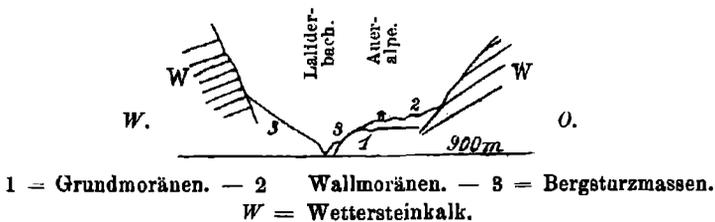
Bevor man zum Unterleger der Gumpenalpe hinabkommt, durchquert man eine auffallende Anhäufung von Schuttwällen, in denen reichliche Quellen zum Ausbruch gelangen. Diese Wälle haben auch ein flacheres Hinterland aufzustauen vermocht. Der Unterleger der Gumpenalpe selbst liegt am Fusse dieser Wälle in einem flachen Becken, das an der Westseite noch einige kleine Ansätze von Wallformen aufweist. Während von den Moränenwällen ober der Gumpenalpe thalwärts auf der Ostseite eine Terrasse von grundmoränenartigem Schutt trotz zahlreicher Unterbrechungen sich verfolgen

Fig. 31.



lässt, gehört die Westseite frischen Schuttkegeln und Bergstürzen. Beachtenswert ist auch in diesem Thale, dass im frischen Bachschutt ziemlich reichlich Stücke von jüngeren Schichten (Kössener, Lias) vorkommen, welche im glacialen Schutt der Wälle und Terrassen nicht oder sehr selten zu finden sind. Am Ausgang des Thales heben sich die Terrassen auf beiden Seiten kräftig hervor und der Bach gräbt sich die letzten 700 m eine Klamm in die nordwärts überkippten Hauptdolomitbänke hinein.

Fig. 32.



Auf der Höhe der östlichen Terrasse liegt über der Klamm die Aeralpe (Fig. 32). In ihrer Umgebung legen sich nun über die Grundmoränen mehrfache Züge von groben Schuttwällen, welche der ganzen Oberfläche dieser Alpe ein rauhwelliges Ansehen verleihen. Wetterstein- und Muschelkalk liefern die Trümmer zu dieser Schuttlandschaft, welche mit grosser Wahrscheinlichkeit das langdauernde Ende eines Rückzugsstadiums des Lallidertgletschers verrathen. Die Höhe der Felsstufe der Mündung des Lallidertales ins Rissthal beträgt etwa 36—40 m.

Der Kamm der Falken.

Fig. 33 und 34.

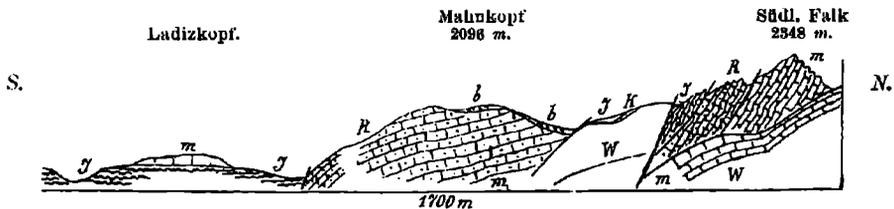
In diesem grossartigen, von Schluchten und kühnen Gipfeln bis ins Innerste eröffneten Quergrat tritt uns die gewaltsame, gegen Norden drängende Bauart besonders klar hervor (Fig. 33).

Gleich dem Nachbarkamme des Gamsjoches besitzt auch dieser einen südlichen Theil, der einen Unterbau von flach lagernden Oberjura-, Lias-, Kössener und Plattenkalkschichten aufweist, den hier zwar keine mit der Hinterauthaler-Platte zusammenhängende Brücke, sondern nur eine Kappe von Muschelkalk krönt.

Dieser südliche Abschnitt des Kammes reicht vom Spielist- bis zum Ladizjoch und ist nur etwa halb so gross wie der entsprechende zwischen Hohl- und Gumpenjoch.

An ihn stösst im Norden mit schroffer Verwerfungsgrenze der grosse Klotz des Mahnkopfes (2096 *m*), der seinerseits ebenfalls vom südlichen Falken mit mächtigen Sprüngen und Verschiebungen abgepalten wird.

Fig. 33.



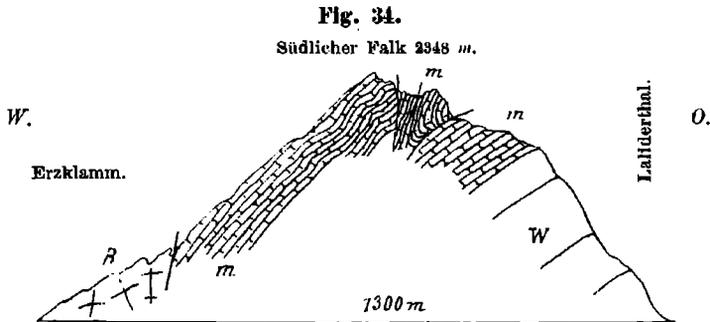
J = Jura. — *m* = Muschelkalk. — *R* = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten. — *b* = Buntsandstein (Werfener Schichten). — *K* = Kössener Schichten. — *W* = Wettersteinkalk.

In durchaus überkippter Lagerung bildet ein flaches, unvollständiges Gewölbe von Wettersteinkalk den Unterstock, darüber schieben sich mit discordantem Streichen, Fallen und Stauchfalten zuerst oberer, dann unterer Muschelkalk, welcher den Rücken des Berges erbaut.

Auf der gewölbten Oberfläche dieses also zusammengesetzten Klotzes liegen nun mannigfaltige Fetzen von jüngeren und älteren Schichtgliedern. Am Gipfelgrat zwischen den Punkten 2090 und 2075 *m* beginnt eine schmale Decke von rothen und grünen Quarzsandsteinen, denen sich ausserdem Salzhone mit lichtgrünen Sandsteinschieferbrocken, Rauchwacken, Breccien von dunklen Kalken und Dolomiten zugesellen. Unverkennbar ist der Charakter dieser wirren Sandsteinhaufen der des obersten Buntsandsteines. Diese Sandsteine und Salzhone steigen vom Nordgipfel sowohl nach Norden als nach Westen beträchtlich in die Tiefe. Im Norden stossen an sie, ebenfalls auf der Höhe des Grates, Haufen von grünen oder rothen Kalkschiefern von der Art der oberjurassischen, auf deren Ostseite Letten und schwarze Kalke mit Kössener Versteinerungen vorschauen. Tiefer im Westgehänge überdecken Haufen von Kössener Schichten sogar einen

bedeutenden Theil des Bergkörpers. Zwei sich fast rechtwinklig am Kämme treffende tiefe Schluchten sondern den Leib des Mahnkopfes von dem des südlichen Falken. Besonders die westliche Schlucht der Erzklamm ist von grossartiger Wildheit und enthält am Scheitel gegen den östlichen Graben eine schmale, keilförmig eingeklemmte Scholle von grünen und rothen kalkigen Schiefern oberjurassischen Alters

Am Kämme, der sich zum südlichen Falken (Steinspitze 2348 *m*) aufschwingt, sehen wir wildaufgebäumte Rauchwacken, dolomitische Breccien und dunkle Kalke der Reichenhaller Schichten in verschiedenen Streichen und Fallen aneinandergedrückt, welche jedoch, wie die Aufschlüsse der Ostseite lehren, auf einer flacher gegen Norden ansteigenden Platte von Wetterstein- und Muschelkalk steil aufruhem. Der Gipfel des südlichen Falken selbst besteht aus oberem Muschelkalk, der in nahezu saigerer Stellung quer über den Kamm streicht. Diese Keile von Reichenhaller Gesteinen und die Scholle des südlichen Falken setzen nur auf der Westseite in grössere Tiefe hinab, auf der



R — Rauchwacken der Reichenhaller Schichten. — *m* = Muschelkalk. — *W* = Wettersteinkalk.

Ostseite schneiden sie scharf an einer mächtigen Platte ab, welche, schon am Ostfusse des Mahnkopfes beginnend, in einzelnen Rücken zur östlichen Schulter, Punkt 2174 *m*, des südlichen Falken ansteigt und von da ins Blausteigkar hineinstrebt. Hier an der Nordwand des südlichen Falken (Fig. 34) tritt die Auflagerung der oberen Muschelkalkschichten auf die unten liegende Platte scharf und deutlich hervor. Eine flachgebogene Zone von Rutschflächen sondert den unteren Theil der Platte von dem Gipfelkörper, der in mächtigem, gegen Osten gebogenem, steil aufgerichteten Schichtknäuel darüber liegt. Die Rutschflächen fallen kräftig gegen Westen, weshalb an der Westseite die Grundplatte erst ganz unten hervortritt. Am Ausgange der Erzklamm, welche vollständig in die wirr gefalteten Reichenhaller Schichten sich ein-tieft, beginnt auch hier eine Schwelle von Wettersteinkalk, welche gegen Norden aufgewölbt sich erhebt und erst an der tiefen Schlucht abgeschnitten wird, die knapp südlich des Risser Falken ins Johannes-thal hinabsinkt. Diese Schwelle im Westgehänge entspricht genau der schon beschriebenen im Ostgehänge.

Nördlich vom südlichen Falken reisst eine neue, steil stehende Störungszone quer durch, indem viel flacher südfallende Lagen von oberem Muschelkalk an die steilen südlichen stossen. Diese Muschelkalkplatten bekleiden nun den Verbindungsgrat des südlichen Falken, die Südhänge des Risser Falken (2415 m) und ziehen sich vom Blausteigkar sogar auf den Grat und Gipfel des Lalider Falken (2411 m) empor. Die unter diesem hochgelegenen Lappen von Muschelkalk befindliche Wettersteinkalkmasse wird, wie schon erwähnt, einerseits im Westen längs der Schlucht im Süden des Risser Falken, anderseits im Osten durch einen mächtigen Sprung begrenzt, welcher vom Gipfel des Lalider Falken bis zur Ausgangsschlucht des Blausteigkares hinabsetzt.

Die mächtige, nördlich anlagernde Wettersteinkalkmasse der Falkengrate, welche auch schuppenartig überschoben ist, ruht überkippt und discordant auf einer Zone zerpresster Raibler Schichten. Unter diesen stellt sich Hauptdolomit ein, der den Hang zum Rissthal hinab zusammensetzt.

So sehen wir hier drei grosse, sich nordwärts überdeckende Schuppen von älterer Trias vor uns, die des Mahnkopfes, des Lalider Falken und der Falken Nordgrate. Die Scholle des südlichen Falken bildet zwischen zwei grossen Schuppen einen vorwärtsgetriebenen Keil. Ueberall treffen wir auf überkippte Lagerung, mit Ausnahme der im Süden lagernden jüngeren Schichten, welche ihre normale Schichtfolge bewahrt haben.

Die Reste von alten und jungen Schichten auf dem Rücken des Mahnkopfes weisen deutlich darauf hin, dass hier wahrscheinlich einst grössere Massen dieser Gesteine lagerten. Schon am Gamsjochkamm tritt die Zone der jungen Schichten beim Hochleger der Gumpenalpe und beim Einsiedlkopf über unteren und oberen Muschelkalk vor, hier am Mahnkopf ist das den jungen Schichtresten nach in viel bedeutenderem Umfange geschehen. Der Kamm der Falken ist an Glacialresten ebenso arm wie an grösseren Karen. Das Blausteigkar ist sehr arm an Schutt, nur das schattige Falkenkar im Norden des Risser und Lalider Falken birgt grössere Moränenwälle in seinem Innern.

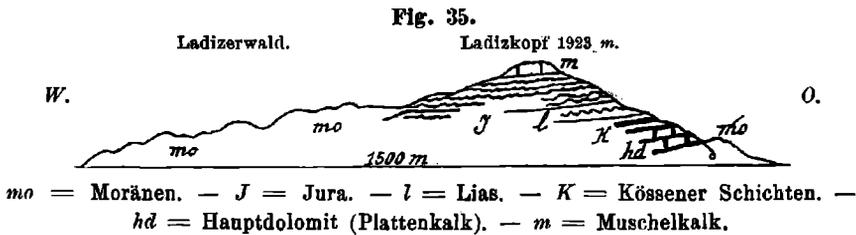
Das Johannesthal.

Fig. 35—37.

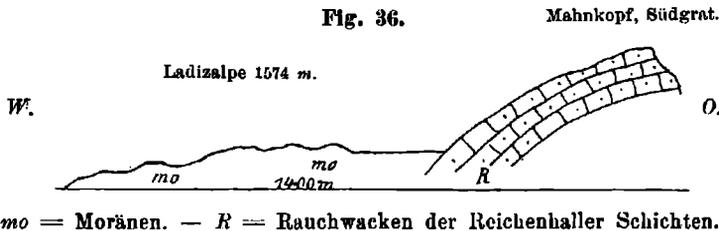
In den Hintergründen dieses Thales sind die gewaltigsten Schuttmassen des Karwendelgebirges aufgespeichert. Hier entsendet nämlich das sonst schmale, trogförmige Thal zwei mächtige Wurzeln einerseits zum Spielstjoch, anderseits zum Hochalpsattel, welche ein weites Gebiet umspannen.

Von der Höhe des Spielstjoches ziehen bis in den Grund des Hauptthales Blockwälle aus Wetterstein- und Muschelkalk hinab, die ganz gewaltige Ausmasse in Länge und Mächtigkeit erreichen. Dieselben umsäumen den Fuss der hohen und breiten Schutthalden unter den Nordwänden der Sonnenspitze, schliessen dann eng an jenes Eck, welches in der Gegend der Moserscharte aus dem Hinterauthalerkamm vorspringt und vereinigen sich jenseits desselben mit Schuttmassen,

welche vom Fusse der Ladizer Flecken herausströmen. Der tiefe Graben des Johannesbaches schneidet sie dann von ganz ähnlich gebauten Schuttwällen ab, welche vom kleinen Ahornboden an seinem Westufer auswärts ziehen. Die Ausdehnung dieser Wälle gestattet die Entwicklung einer eigenartigen Landschaft von buckliger Oberfläche mit zahlreichen Gräben und Trichtern, welche die Strasse vom kleinen Ahornboden zur Alpe Ladiz in Schleifen quer durchschneidet. In tiefen Einschnitten kommt unter dem rauhen Blockwerke eine schlammige, kalkige Grundmoräne zu Tage. Zwischen diesem mächtigen Wallzuge (Fig. 35, 36) und dem Gelände des Ladiz- und Mahnkopfes befindet sich eine fast ebene Schuttstufe, welche vorzüglich aus Jura- und Kössener Gesteinen zusammengesetzt ist. Sie besitzt eine auffallende röthliche



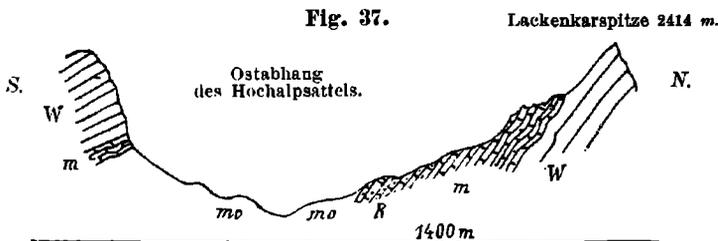
Färbung und unterscheidet sich sonach weithin von dem lichtgraulichen Kalkmaterial der Blockwälle oder dem weisslichen der Grundmoränen. Auf ihre Entstehung wirft eine Erscheinung Licht, der wir am Aufstiege von der Ladizalpe zum Spielstjoch begegnen. Hier sehen wir bei 1670 m einen Ring von Wettersteinkalkblöcken ein kleines Becken



umschliessen, das ebenso mit Schutt von jungen Schichten ausgebetet ist wie das viel grössere, auf welchem die Ladizalpe selbst liegt. Folgen wir dem fast ebenen Boden der Ladizalpe gegen Norden, so sehen wir die Schuttstufe in grossartigen Runsen gegen das Johannesthal niederbrechen. Wenn man an diesen fast 300 m hohen Schuttmassen steht, welche den flachen Boden der Ladizalpe begründen und sieht, wie sie von den riesenhaften Blockwällen eingedämmt werden, so ist der Gedanke an eine Aufstauung unter Mithilfe von Gletschern fast unabweisbar. Gegenwärtig gräbt der Bach, welcher oberhalb der Alpe entspringt, in diesen Schuttboden eine tiefe Schlucht hinein.

In dem Thale, welches sich vom Hochalpsattel (1804 m) zum kleinen Ahornboden herabsenkt, liegen ebenfalls ungeheure, doch

anders gestaltete Schuttmengen (Fig. 37). Den Scheitel des Joches tragen Reichenhaller Schichten, doch stellen sich bald in Form von Wannens und Wällen eiszeitliche Spuren ein und wir begegnen Spuren von Grundmoränen und einer Breccie aus Wetterstein- und Muschelkalkstücken. Zahlreiche Stufen von Schutt füllen dann abwärts immer mehr den Thalgrund, welcher sich stark verbreitert. Durch die Anlage der Jochstrasse, welche in weitem Bogen zum kleinen Ahornboden hinabsteigt, sind an vielen Stellen weissliche, kalkige Grundmoränen angeschnitten, welche oft sehr schöne gekritzte Geschiebe aus Wettersteinkalk enthalten. Durch zwei Gräben wird die ganze Schuttflut in drei Rücken zerschnitten. Am Ausgang des nördlichen Grabens, am kleinen Ahornboden, wird wieder eine Scholle von einer Breccie angeschnitten, welche mit der vom Hochalpsattel viele Aehnlichkeit besitzt. Auch hier beherrscht das Thal eine Schuttlandschaft, jedoch von viel flacheren, ruhigeren Formen, da grösstentheils viel feinerer Schutt vorhanden ist, wenn auch Einlagen von größerem nicht fehlen.



W = Wettersteinkalk. — *m* = Muschelkalk. — *mo* = Moränen. — *R* = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten.

Zwischen diesen beiden grossen Schuttthalungen breitet sich der fast ebene Boden des kleinen Ahornbodens aus, welchen auf der einen Seite die meist trockensten Gräben des Johannesbaches zerreißen, während ihn im Süden die Schuttgänge übermehren. Vom kleinen Ahornboden zieht, wie schon betont, ein mächtiger, mehrfacher Schuttwall am Westufer des Baches abwärts. In der Gegend der Mündung des Thalelekars verliert sich dieser Wall und unter seinem äussersten größeren Schutt liegt eine 3—5 m mächtige Grundmoräne entblösst, welche ausgezeichnete gekritzte und polierte Geschiebe in Menge enthält. Die Grundmoräne stellt sich der Hauptsache nach als ein fester, feiner Lehm dar, weshalb über ihr an der Grenze des groben Schuttes starke Quellen hervorbrechen. Diese Stelle liegt knapp an der neuen Fahrstrasse zum kleinen Ahornboden, bevor sich dieselbe anschickt, in der ersten Schleife zu diesem emporzusteigen. Gegenüber beginnt der ungeheure Schuttkegel, welcher aus dem Rachen der Erzklamm stetig neue Zufuhren erhält.

Von hier an zeigt sich nun das Johannesthal bis zu seiner Mündung als ein reiner, in Fels gegrabener Trog, dessen Grund von mächtigen Grundmoränen hin und hin erfüllt ist. In keinem Kar-

wendelthal hat man Gelegenheit, so nahezu ununterbrochen an Grundmoränen entlang zu wandern, welche bei dem Niederleger der Johannesalpe am Westhang des Thales eine erschlossene Mächtigkeit von 100 m erreichen. Die neue, am Ostufer angelegte Fahrstrasse schneidet fast allenthalben in diese hellen, schlammigen Schuttlagen voll gekritzter Geschiebe ein. Bei dem Niederleger der Johannesalpe tritt am Bache das Grundgebirge in Form von ganz zerdrücktem Hauptdolomit zu Tage, der weiter auswärts dann in steil südfallende (80—85°), festere Bänke sich gliedert. Die Höhe der Felsstufe über dem Rissbache beträgt etwa 40 m. Auf dieser Stufe lagern auch am Ausgange des Thales mächtige Grundmoränen, welche beiderseits vor der Klamm ganz ins Rissthal herabsteigen.

Das Thorthal.

Dieses kleine Querthal dringt nicht wie die früher geschilderten bis zur Hinterauthaler Kette, sondern nur zur Karwendelkette hinein und gabelt sich im Hintergrunde in zwei sehr ungleiche Aeste. Der eine kleine strebt zur Stuhlscharte empor, der andere grosse zur Thorscharte und den Karen in der Nordwand der Grabenkar Spitze. Von der Stuhlscharte senkt sich ein schroffer, zerrissener Graben in den Thalgrund, während zur Thorscharte ein anfangs ziemlich breites Thal aufsteigt, das mächtige Schuttwälle enthält. Dieselben sind dem Thale entlang angeordnet und nehmen hauptsächlich ihren Ursprung in dem tiefen Kare, welches im Süden der Thorscharte in die Wand der Grabenkarthürme eingengt ist. Auch in dem grösseren, südöstlich davon lagernden Kare finden sich Moränenwälle.

Von der Vereinigung seiner Wurzelthäler an abwärts herrschen vor allem auf beiden Seiten Schuttkegel und Bergstürze, welche das Bachbett sehr beengen. Erst im nördlichen Drittel des Thallaufes setzen am Ostufer Schuttstufen ein, welche sich zu einer Art von Terrasse anordnen. An einzelnen Stellen zeigt dieser Schutt hier den Charakter einer schwach durchgearbeiteten Grundmoräne. Am Westufer tritt eine entsprechende Terrasse noch weiter thalab zugleich mit dem Beginne der Hauptdolomitschlucht auf. Am Ostufer liegen am Ausgange des Thales Schutthaufen, welche in der Art ihrer Vertheilung an Endmoränen eines Rückzugsstadiums erinnern. Auch hier steigen an beiden Thalseiten die Grundmoränen vor der Klamm bis ins Rissthal hinunter. Die Höhe der Felsstufe dürfte zwischen 30 und 40 m schwanken. Bemerkenswert ist noch, dass in diesem Thalzuge die Grundmoränen an dunkleren Gesteinen aus dem Muschelkalke sehr reich sind.

Das Ronthal.

Während die bisher beschriebenen Querthäler sich durch einen ziemlich geradlinigen Verlauf auszeichneten, zeigt das obengenannte eine sehr kräftige Abbiegung.

Es beginnt an dem Kar unter der Nordwand der östlichen Karwendelspitze, dessen Stufe gegen den flachen, auffallend ebenen

Boden der Ronthalalpe zu mit mächtigen Schuttlagen bedeckt ist. Grobes Blockwerk aus Wettersteinkalk ist an der Zusammensetzung am meisten beteiligt.

Im Westen steht dieses Kar mit dem Steinkar im Zusammenhange, wird jedoch davon durch einen hohen und breiten Moränenwall abgeschieden, welcher das letztere Kar vollständig absperrt.

Der mehr als 1 km lange Boden, auf welchem die Ronalpe liegt, reicht gerade bis zur Umbiegung des anfangs nordwärts streichenden Thales in eine nordöstliche und endlich östliche Richtung. Dieser nach Osten strebende Thaltheil ist grösstentheils in Hauptdolomit, an seinem Ausgange in noch jüngere Schichten eingesenkt, wird aber trotzdem bis zu seiner Mündung in einer Erstreckung von 2 km mit ungeheuren Massen von riesigen Wetterstein- und Muschelkalkblöcken vollständig erfüllt. Mühsam sucht sich der Bach durch diese Wirrnis von Blöcken seinen Weg, unter denen solche von 60 bis 80 m³ nicht selten sind. Am Ausgange des Thales, gegen die Risser Ache hinab, liegen Grundmoränen zu Tage, welche die Blockmassen zu unterteufen scheinen.

Es ist naheliegend, den flachen Boden der Ronthalalpe für die Ausfüllung eines Stausees zu erachten, der durch die ungeheuren Blockmassen abgedämmt wurde. Die Blockmassen selbst sind wohl durch einen Gletscher aus dem Hintergrunde des Thales herausgeschleppt und angehäuft worden, welcher sich lange Zeit hindurch in dem Thale zu erhalten wusste. In keinem Karwendelthale finden sich Blöcke von solcher Grösse und Anzahl zusammengetragen.

Das Karwendelthal.

Fig. 38, 39.

Dieses Thal beginnt mit einem Quellast am Hochalpsattel, mit dem anderen im tiefen Schlauchkar. Mit Ausnahme seines äussersten Laufes bewegt es sich längs einer kräftig vorgezeichneten Fuge der Gebirgskämme zu seinen Seiten.

Die Westseite des Hochalpsattels wird auch noch oberhalb der Quellen grösstentheils von hellweisslichen Grundmoränen überzogen, auf denen auch die Hütten der gleichnamigen Alpe erbaut sind. Am Sattel und an seinen nächsten Abhängen schauen die südfallenden Bänke der Reichenhaller Schichten vor; auch nordwärts gegen das typisch rechteckige Grabenkar treten die Felsen anfangs aus Muschelkalk, dann aus Wettersteinkalk ziemlich nackt hervor. Im Süden des Joches zieht jedoch ein stattlicher Längswall bis gegen den Westabfall des Alpbodens hinüber.

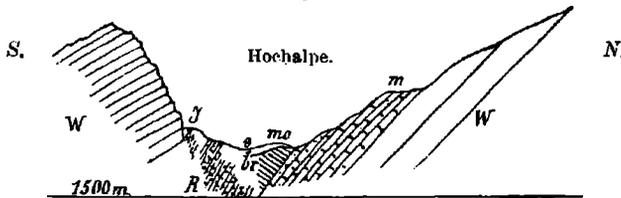
Fast überall finden sich in den beinahe ausschliesslich aus dem Material des Wettersteinkalkes gebildeten Schuttmassen deutlich ausgebildete gekritzte und geglättete Geschiebe, was so nahe am Scheitel des Joches sehr auffällig ist.

Unterhalb der obersten Strassenschlinge tritt nun am Westhange auf dem Rücken im Süden des Baches eine mächtige, geschichtete und verkittete Schuttmasse hervor (Fig. 38), welche nach oben an Festigkeit verliert und mit den Grundmoränen verwachsen ist. Dieses Con-

glomerat besteht meist aus angerundeten Stücken von Wettersteinkalk, enthält viel feineres Material und seine Bänke neigen sich mit einem geringen Gefälle nach Norden, wo sie an die südfallenden Platten des Muschelkalkes anstossen. Ihrer Zusammensetzung und Ausbildung nach möchte ich diese Schuttmassen für glaciale, den Grundmoränen sehr ähnliche Ablagerungen ansehen. An einzelnen Gerölln liess sich übrigens undeutliche Glättung und Schrammung beobachten. Dieses Conglomerat, welches jetzt gegen Norden und Westen frei in die Luft endet, ist am Westabhang des Joches von etwa 1670—1540 *m* hinab erschlossen und dabei zum grossen Theil von den Grundmoränen bedeckt, welche sowohl erheblich höher als auch tiefer reichen.

Der andere Quellast entspringt an dem untersten Absatze des dreistufigen Schlauchkares, welches reichliche Wälle, wenn auch in ziemlich überschüttetem Zustande, enthält. In seinen Kesseln bleibt der Schnee fast alle Jahre in grossen Mengen bis zum Herbst hinein aufbewahrt. Eine schmale Felsnase von Reichenhaller Schichten trennt eine lange Strecke die beiden Quellen, welche bei ihrer Vereinigung gleich von Süden her aus den Reichenhaller Schichten neue

Fig. 36.



W = Wettersteinkalk. — J = Jura. — mo = Moränen. — m = Muschelkalk. — br = Conglomerat (Breccie). — R = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten.

und sehr starke Quellflüsse bekommen. Damit betritt der starke Bach den flachen Grund der Angeralpe, die selbst jedoch auf einem grossen Schuttkegel liegt, welcher der Schlucht des Bärenalpsattels entquillt. Am Hange von der Hochalpe zu diesem eigenartigen Sattel mitten im Karwendelkamme liegen stellenweise wahrscheinlich glaciale Schuttanhäufungen.

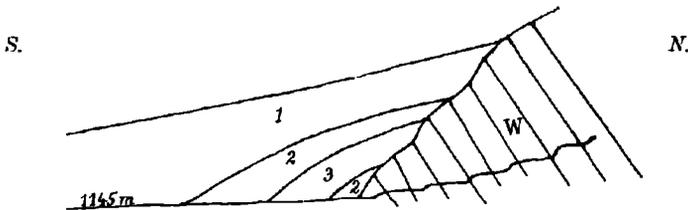
Der breite Sattel selbst zeigt zwei Felsschwellen, eine südliche aus Rauchwacken der Reichenhaller Schichten und eine nördliche, tiefere aus Wettersteinkalk, welche mit hoher Wand zur Bärenfall abstürzt. Diese südliche Schwelle zeigt nun an ihrem Ostende einen nach Norden abfallenden Gletscherschliff, der durch Entfernung einer Rasendecke sichtbar wurde. In dem weiten Becken zwischen den beiden Schwellen aber liegen mehrfache Moränenwälle und viele Rundhöcker. Die Wälle bestehen aus Stücken von Wettersteinkalk; von Grundmoränen finden sich nur sehr undeutliche Reste.

Ausserhalb des grossen Schuttkegels der Bärenalpschlucht finden wir unterhalb der Oeffnung des Hochkares an der Nordseite des Karwendelthales eine mächtige Anhäufung von gröberem und feinerem

Schutt, während an der Südseite der Wettersteinkalk in nackter Wand unmittelbar an den Bach herandrängt. Den Gesteinen nach besteht diese Schuttanschwellung vorzüglich aus dunklen Kalken des unteren und oberen Muschelkalkes und aus Rauchwacken, während der Wettersteinkalk ganz zurücktritt. Es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, dass wir es nicht mit den Endwällen eines glacialen Rückzugsstadiums, sondern einfach mit einem oder mehreren Bergstürzen zu thun haben, da die Berge im Norden darüber genau aus diesen Gesteinsarten bestehen und die Grundmoränen wenigstens im Gegensatze fast nur aus Wettersteinkalk sich zusammenstellen. Dieser grosse Schuttpfropfen hat nun hinter sich eine bis 20 m mächtige Folge von kalkigen, dünnblättrigen Bänderthonen, welche am Bachufer zurück bis unter den Schuttkegel der Bärenalpschlucht reichen. Es ist ganz deutlich die Verbindung eines Stausees mit seinem Schlamm, was wieder sehr für eine eiszeitliche Entstehung spricht, da die Karwendelbäche ohne Mithilfe von Gletschern bei so kurzem Laufe einen See sicher nur mit Kies und Schotter zufüllen würden.

Fig. 39.

Schuttkegel des Kirchleobaches.



W = Wettersteinkalk.

Innerhalb der Larchetalpe liegt wieder eine wallförmige Anhäufung von Blöcken, welche auch durch Bergstürze erklärbar wäre, da sie auch viel Muschelkalkmaterial enthält und die Berge der Karwendelkette schon wegen ihres Aufbaues zum Abbruch neigen. Der Boden der Larchetalpe selbst erinnert in seiner Glätte und Weite wieder an einen verlandeten See, umsomehr, als vor demselben Schuttmassen den Bach umdrängen.

Eine interessante glaciale Ablagerung findet sich vor der Oeffnung der Klamm des Kirchleobaches (Fig. 39) an der Nordseite des Thales.

Hier liegt unter dem mächtigen Schuttkegel (1) des genannten Baches eine scharf begrenzte, weisse, kalkige, ungeschichtete Schlammasse (2), welche häufig eckige Wettersteinkalkstücke umschliesst. Eine gebogene, scharfe Rutschfläche trennt diese weisse Masse von einer ähnlichen (3), welche jedoch reichlich feinpolierte und abgerundete Gerölle aller Gesteine des Thales enthält. Neuerdings durch eine schnittscharfe Trennungsfläche abgesondert, liegt als Tiefstes darunter am Grundgebirge wieder der weisse, feste Kalkschlamm (2) mit den Wettersteinkalkstücken. Sämmtliche Glieder dieses Aufschlusses stossen im Norden unmittelbar an die Felsen der Klamm.

Von der Mündung des Kirchlebaches wendet sich das Thal stärker nach Süden und wird so, indem es den Hinterauthalkamm entzweigsägt, zu einem Durchbruchsthale. Am Beginn dieser Thalentwicklung wurde durch Verlegung der Strasse ein neuer Glacialaufschluss sichtbar gemacht. Gegenüber der riesigen frischen Schuttabrutschung vom hohen Pleissen, etwas ausserhalb der Mündung des Kirchlebaches, steht an der Strasse ein Eck aus Wettersteinkalk an, das schöne, geschliffene Buckelflächen mit Schrammen und deutlicher Grundmoräne darüber aufweist. Die Schrammen verlaufen in der Richtung des Thales.

Am Fusse des Stachelkopfes beginnt der Bach in das Grundgebirge zu ragen, vorerst in den Wettersteinkalk, endlich in die Raibler Schichten und den Hauptdolomit. Vom Beginne der Klamm- bildung an geleiten den Bach in der Höhe der alten, breiten Thalsohle Fels- und Schuttmassen, welche besonders an der Nordwestseite schön entwickelt zum Plateau des Birzel hinausziehen. Seine Zusammensetzung ist schon bei Beschreibung des Hinterauthales geschildert worden. Wir haben in ihm den Rest eines alten, jetzt verlassenen Thalbodens vor uns. Mit tiefer Schlucht mündet der Karwendelbach innerhalb des Birzels in den Hinterauthaler Bach. Im Karwendelthale selbst konnte ich nirgends centralalpine Geschiebe entdecken; sie reichen nur auf die Höhe des Birzels empor, wo sie auch schon selten werden.

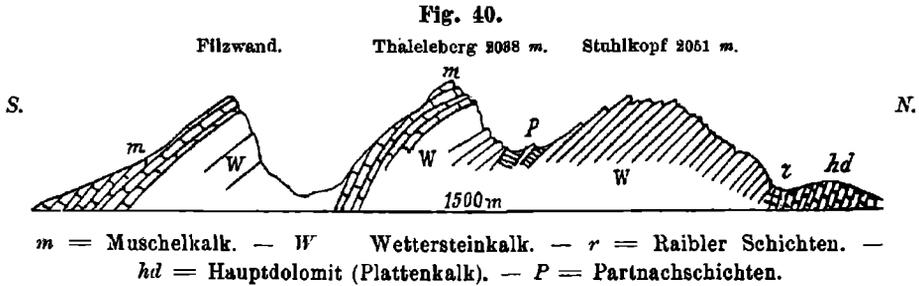
Der östliche Karwendelkamm.

Fig. 40—45.

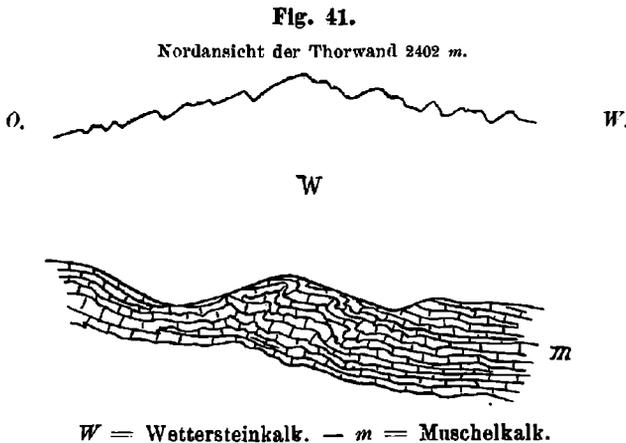
Die tiefe Einsenkung des Bärenalpsattels zerlegt den Karwendelkamm in zwei nahezu gleichlange Theile, von denen nur der östliche drei grössere nördliche Seitenkämme entsendet, welche noch in gleicher Weise von älterer Trias gebildet werden. Die Scheidung des Hauptkammes am Bärenalpsattel ist indessen nicht blos eine geographische, sondern noch mehr eine geologische, da hier der östliche, durchaus überkippte Theil mit dem westlichen zusammenstösst, der über den überkippten Schichtgliedern eine normal gelagerte Decke von älterer Trias aufweist.

Der östliche Kamm beginnt nun vom Johannesthal an sich als eine lange, geschlossene Mauer aufzubauen, welche durchaus denselben tektonischen Charakter bewahrt. Den Kamm bilden mit Ausnahme des östlichsten Zipfels und der Grabenkarthürme allenthalben meist ungeschichtete Massen von Wettersteinkalk, welche ungefähr in Gehängeneigung von 30—40° nach Süden fallen. Darauf legen sich die Bänke des oberen und unteren Muschelkalkes, welche jedoch von der Erosion schon sehr stark angegriffen wurden, so dass sie nunmehr in ausgezackten Zungen am Gehänge emporstreben. Der obere Muschelkalk ist natürlich als der tiefere Theil noch weit mehr verbreitet und begleitet den Wettersteinkalkzug vom Johannesthal über den Hochalpsattel bis in die Nähe der Angeralpe im inneren Karwendelthal. Dabei nimmt er am östlichen Abfall der Kette den ganzen Hang sowie den Kamm selbst ein und steigt erst bei der

Thorwand (2402 m) ins tiefere Gehänge hinunter. An den Seiten der im Südhang der Lackenkar Spitze eingetieften Kare (Ochsen-, Küh- und Lackenkar) strebt er mit kräftig verbogenen Platten noch hoch hinan, um dann, allgemach an Höhe verlierend, über den Hochalpsattel hinauszuziehen, wo er dann plötzlich von einer Höhe von 1800 m jäh ins Thal hinabschneidet. Die Reichenhaller Schichten nehmen einen weit beschränkteren Raum ein, indem sie nur an der Ost- und Westseite des Hochalpsattels gut erschlossen sind und auch



die charakteristischen Versteinerungen mit sich führen. Wo sie zu Tage treten, gehorchen sie im Streichen und Fallen auffallend dem Karwendelkamm, wenn sie auch etwas steilere Neigung gegen Süden zeigen. In dieses südfallende Schichtensystem ist nun eine

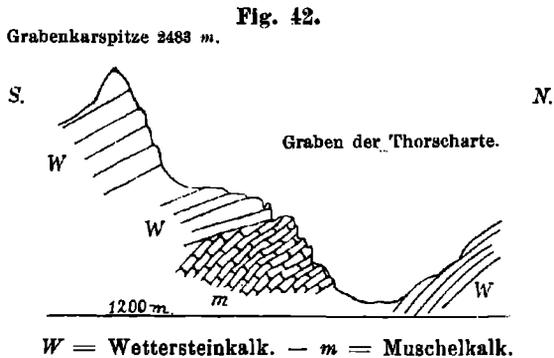


Anzahl von typischen, vollständig wasserlosen Karwannen eingesenkt, die alle sehr wenig Schuttreste enthalten. Das grösste und schönste von ihnen ist das Grabenkar, welches sich gerade nördlich der Hochalpe eröffnet und im Hintergrunde von den kühnen Grabenkarthürmen umzäunt wird. Dieses Kar besitzt eine breite, bucklige Felsschwelle, einen flachwelligen Grund, gegen den sich die hohen, glatten Seitenwände fast rechtwinklig abheben. Nur im Hintergrunde lagern grössere frische Schuttmassen, während ältere Schuttwälle fehlen.

An solchen ist überhaupt die ganze Südseite des Karwendelkammes mit Ausnahme der Bärenalpscharte ausserst arm, in grellem Gegensatze zur Nordseite, die davon geradezu Ueberfluss aufweist. An der Bärenalpscharte dürften die gegen Nordwesten ausgezogenen und abfallenden Wälle wohl ein Ueberströmen des Eises nach Norden beweisen, wie das schon von Prof. Rothpletz angenommen wurde.

Die Nordseite dieses Kammes zeigt nun viel verwickeltere Formen der Architektur, jedoch mit einer Deutlichkeit, welche sogar das Verständnis der früher beschriebenen Kämme wesentlich erleichtert.

Im Norden des Ostgrates der Thorwand öffnet sich gegen das Johannesthal ein langes, schlauchartiges Kar, das in vorzüglicher Weise die Zusammensetzung des Bergkörpers aufhehlt. Wir sehen im Süden und Norden desselben je eine Platte von Wettersteinkalk mit einer Decke von Muschelkalk in südfalliger Neigung von ganz gleichartiger Bildung aufragen, und die Hinterwand des Kares enthält die schuppenförmige Ueberlagerung des nördlichen Schichtziegels



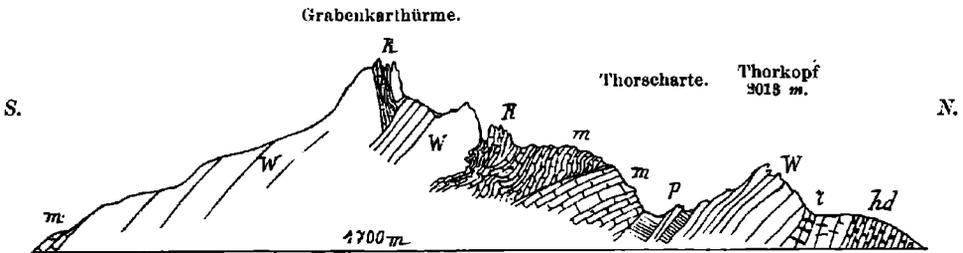
durch den südlichen. Noch deutlicher tritt im Norden das Verhältnis der dritten Schuppe hervor, welche durch den Seitengrat des Stuhlkopfes (2051 m) vertreten wird (Fig. 40). Die nördliche der beiden eben erwähnten Schuppen, welche im Thaleleberg (2038 m) gipfelt, bricht in schroffen Wänden zur Stuhlscharte hinab, in deren Tiefe eine Zone von Partnachschiefern mit Kalkscheidewänden in überkippter Lage auf den Wettersteinkalkplatten des Stuhlkopfes kauert. Diese Wettersteinkalkplatten liegen wieder im Norden auf stark überkippten Raibler und Hauptdolomitschichten. In voller Klarheit sieht man hier also die drei Schuppen sich nordwärts überdecken, welche wir schon im Falkenkamm in ähnlicher Stellung gewahrten. Weiter gegen Westen vergrössert sich immer mehr die südlichste dieser Schuppen, so dass allmählig die beiden anderen unter ihr verschwinden.

Schon in der grossen Nordwand der Thorwand (2402 m) (Fig. 41) und Lackenkarspitze (2414 m) lagern die beiden südlicheren Schuppen fast parallel übereinander. Wenn man durchs Thorthal bei günstiger Beleuchtung gegen diese Mauern heranwandert, so sieht man den unteren aus Muschelkalk bestehenden Theil der Wand vom oberen

aus Wettersteinkalk gebildeten überlagert. Ohne Kenntnis ihrer Beziehungen möchte man das für eine ganz normale Schichtfolge halten, wenn nicht die Grenze eine Zone von Schichtstauchungen und schrägen Schichtabscheidungen begleitete. Verfolgt man diese Schichtzüge einige hundert Meter nach Osten, so tritt als Unterlage des einen Wettersteinkalk, als Decke des anderen Muschelkalk hervor, und das Bild der Ueberkippung und Ueberlagerung ist wieder vollständig. Gegen Westen an der Karstufe in der Nordwand der Grabenkarstspitze (Fig. 42) tritt die discordante Ueberlagerung der nördlichen Schuppe durch die südliche ebenfalls klar hervor; ausserdem zeigt sich schon eine Zerlegung der südlichen Platte an, welche im Nordgrate der Grabenkarsthürme (Fig. 43) ihren grossartigsten Ausdruck findet.

Hier sehen wir die südliche Platte selbst zerschlitzt und zwischen ihren Theilen und der unterliegenden Schuppe zwei eingefaltete Keile von steil auferichteten Rauchwacken und dunklen Kalken der Reichenhaller Schichten eingefügt. Diese eingeschobenen Keile treten in der Landschaft durch ihre verzerrten Faltbilder und

Fig. 43.



m = Muschelkalk. — *W* = Wettersteinkalk. — *R* = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten. — *r* = Raibler Schichten. — *hd* = Hauptdolomit (Plattenkalk).
P = Partnachsichten.

die kühnen Thürme lebhaft hervor, welche sie von der Hinterwand lostrennen. Besonders die schräge Auflagerung des unteren Keiles ist genau zu beobachten, der mit mehreren kleinen, eingefalteten Zipfeln mit der südlichen Platte verzahnt ist.

Die flach südfallenden Muschelkalkplatten der mittleren Schuppe stossen am Fusse der Grabenkarsthürme an der Thorscharte discordant auf die viel steiler in gleicher Richtung geneigten Partnachsichten. Diese legen sich genau so wie am Stuhlkopf auf überkippten Wettersteinkalk und dieser wieder ebenso auf Raibler Schichten und Hauptdolomit.

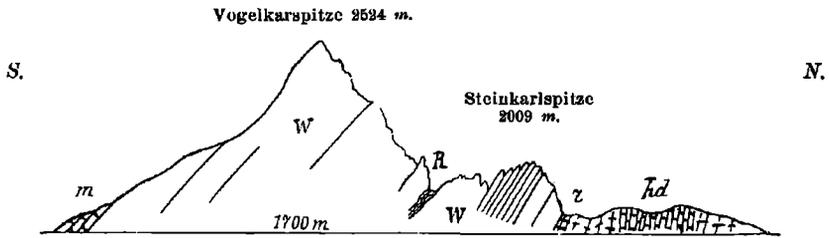
Gegen Westen verschwindet nun mit dem gerade geschilderten Nordgrate der Grabenkarsthürme die mittlere Schuppe vollständig und am nächsten Seitengrate, dem der Steinkarspitze, tritt bereits die nördlichste Schuppe direct an die grosse südliche. Am Fusse derselben treffen wir noch einen kleinen Keil von eingeklemmten Rauchwacken, dann schliesst sich mit einer Zone von ungeschichtetem gleich der steil südfallende und gutgeschichtete Wettersteinkalk der Stein-

karlspitze daran. Auch diese Wettersteinkalkbänke lagern nordwärts überkippt auf Raibler Schichten und Hauptdolomit. An allen diesen Seitengraten merkt man bei genauerem Zusehen, dass allenthalben die Grenze zwischen Raibler Schichten und Wettersteinkalk nicht die ursprüngliche, sondern eine tektonisch veränderte ist.

Der schroffe Felskopf der Steinkarlspitze (2009 m) (Fig. 44) ist der letzte selbständige Vertreter der nördlichen Schuppe, da bereits am Fusse der Nordwand zwischen Schlichtenspitze und Bärenalpkopf (Fig. 45) saigerer Wettersteinkalk und Raibler Schichten nur mehr den unteren Theil der grossen Wand ausmachen.

Die südliche Platte, welche den Kamm bildet, ist immer dieselbe. Unter ihr tritt noch bis über die Bärenalpscharte hinaus eine schmale Zone von Rauchwacken aus, während nun der untere Theil der Wand aus saigerem Wettersteinkalk besteht, an dessen Fusse die zugehörigen Raibler Schichten austreichen. Weiter gegen Westen überkippt der untere Wettersteinkalk und die Raibler Schichten, so dass im Norden der Hochkarlspitze endlich auch diese Schuppe verschwindet.

Fig. 44.



m = Muschelkalk. — *W* = Wettersteinkalk. — *R* = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten. — *r* = Raibler Schichten. *hd* = Hauptdolomit (Plattenkalk).

So sehen wir im Norden des östlichen Karwendelkammes anfangs drei wohlgeschiedene, grosse, überkippte Schichtschuppen, von denen die zwei nördlichen allmählig von der südlichen überdeckt werden.

Die Glacialreste der Süd- und Nordseite sind grösstentheils schon mit den entsprechenden Thalzügen behandelt worden. Hier sollen nur noch einige bedeutende Schuttansammlungen im Norden der Kette erwähnt werden, welche, obwohl schon auf bayrischem Boden gelegen, dennoch hier kurz besprochen werden sollen.

Am Fusse der Nordwände der Vogelkar- und Schlichtenspitze lagern sehr mächtige Blockmoränen aus Wettersteinkalk auf der Grundlage von Hauptdolomit. Diese Wälle umspannen beträchtlich tiefere Hinterbecken und ziehen sich von der Steinkarlspitze bis in die Gegend der Bärenalpscharte.

In der Thalung, welche von der Bärenalpscharte zum Fermannsbach sich absenkt, ist der ganze breite und lange Thalgrund von riesenhaften Massen von Wettersteinkalkblöcken erfüllt. Die grossen, groben Blöcke bleiben dabei mehr im Süden, indem sich der Schutt

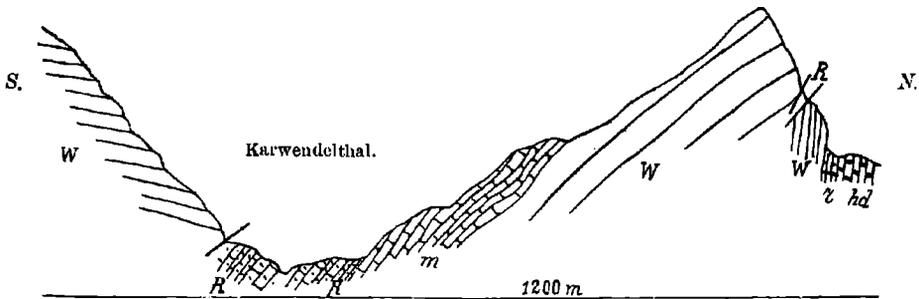
nach Norden verfeinert und am Fermansbach allenthalben den Charakter von Grundmoränen annimmt.

Auch unter den Nordwänden der Raffel-, Hochkar- und Wörner- spitze liegen mächtige Ringwälle des letzten Rückzugsstadiums, welche vorzüglich aus Wettersteinkalk gebildet sind.

Die glacialen Schuttmassen im Norden der Bärenalpscharte sind jedoch im Verhältnisse zu den anderen Schuttwällen unter den benachbarten Wänden so bedeutend gesteigert und so weit nach Norden hinausgestreut, dass man hierin wieder einen Beweis für das Ueberfließen von Eis aus dem Karwendelthal erblicken kann. Das ganze, meist in Hauptdolomit oder jüngere Schichten geschnittene Thal des Fermansbaches ist mit Wettersteinkalkschutt überschwemmt. Auf den Hängen über der Klamm, bei der Brandel-, der Peindelalpe und an vielen anderen Stellen finden sich Reste von Grundmoränen mit gekritzten Geschieben, ja bei der Oswaldhütte an der Mündung des Thales häufte sich der glacielle Schutt zu einer Terrasse. Hier

Fig. 45.

Grat zwischen Schlichtenkar- spitze und Bärnalpkopf.



W = Wettersteinkalk. — *R* = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten. — *m* = Muschelkalk. — *r* = Raibler Schichten. — *hd* = Hauptdolomit (Plattenkalk).

sehen wir auch im Rissthale nördlich der Mündung des Fermansbaches mächtige glacielle Schuttmassen mit Grundmoränen verbunden und entblösst.

Eine ebenfalls sehr mächtige Bedeckung von glaciellen Schottern zeigt der Sattel der Vereinsalpe und der Moosgraben, welcher zum Fermansbach hinabführt. In letzterem sind mächtige Lagen von wenig bearbeiteter Grundmoräne erschlossen; auf der Höhe des ersteren liegen prächtige Moränenwälle, welche das ganze Joch beherrschen und einen kleinen See abstauen. Auch aus dem Thale vom Wörnerkar heraus schieben sich umfangreiche, wohl ebenfalls glacielle Schuttmassen.

Der westliche Karwendelkamm.

Fig. 46—49.

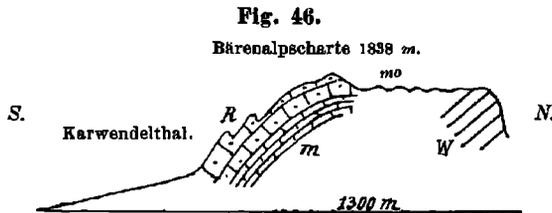
Dieser Theil der Kette streicht vom Bärenalpsattel bis zum Engpass von Scharnitz, wo er in voller Breite durchschnitten wird. Seine westliche Fortsetzung stellt der Kamm der Arnspitzen dar, welcher

sich wieder im Südabfall des Wettersteingebirges noch weit gegen Westen mit gleichartigen Berggliedern verbindet.

Im grossen erscheint hier der Aufbau als ziemlich einfach, da der weitaus grösste Theil dieses Kammes aus einer nach Süden stark abgobogenen Platte von unterem und oberem Muschelkalk besteht, der ganz regelrecht von Wettersteinkalk überlagert wird, aus dem die Gipfel der Kette sich formen.

Am östlichen, nördlichen und westlichen Abfall dieses Gebirges treten jedoch unter dieser Decke steilstehende Schichtzüge hervor, in denen wir unschwer jene Schuppen erkennen, welche im östlichen Kamme allmählig im Norden verschwunden sind.

Die Bärenalpscharte (Fig. 46) selbst gehört dem Bau nach noch grösstentheils zum östlichen Karwendelkamm, indem wir, wenn auch etwas discordant, über dem Wettersteinkalk des Bärenalpkopfes Muschelkalk antreffen, welcher in der Bärenalpschlucht gegen das Karwendelthal hinabstrebt. Der ganze übrige Südabfall der Bärenalpscharte wird von Rauchwacken, eigentlich Druckbreccien gebildet, welche von wilden Schluchten zu Graten, Wänden und Thürmen zerrissen werden. Verschie-



R = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten. — *m* = Muschelkalk. —
mo = Moränen. — *W* = Wettersteinkalk.

denfarbige helle und dunkle Kalke, Dolomite, lichtgrüne Sandsteinschiefer, alle in eckigen Brocken oder seltener in grösseren Schollen, sind in einem gelblichgrauen, kalkigen Zerreibsel verkittet. Es ist der Ausdruck von umfangreichen, gewaltsamen Gesteinsveränderungen, der uns hier in diesen riesigen Massen von zertrümmerten und wieder verheilten Gesteinen entgegentritt.

Im schroffen Gegensatz zu dieser zerschluchteten Wildnis ist die Nordwand der Bärenalpscharte eine glatte, abgerundete Wand von Wettersteinkalk, welche von einzelnen tiefen Sprüngen zerschnitten wird. Betrachtet man die Seitenwände der Scharte, so tritt sowohl am Bärenalpkopfe wie an der Raffelspitze etwas über der Nordschwelle ein schmaler Keil von Rauchwacken entgegen, welche jenem Zuge angehören, den wir schon von Osten bis hierher verfolgt haben. Er setzt sich etwas in die Nordwand der Raffelspitze fort und verschwindet dann an einer Bruchlinie, welche diesen Berg durchtheilt.

Die Raffelspitze (Fig. 47) selbst zeigt über diesem Rauchwackengestreifen noch einen Klotz von südfallendem Wettersteinkalk, wohl die Fortsetzung der Platte des östlichen Kammes. Darüber schieben sich dann von Süden Rauchwacken, Plattenlagen des Muschelkalkes sowie Wettersteinkalk hinauf, welcher letzterer den Gipfel besetzt. Der

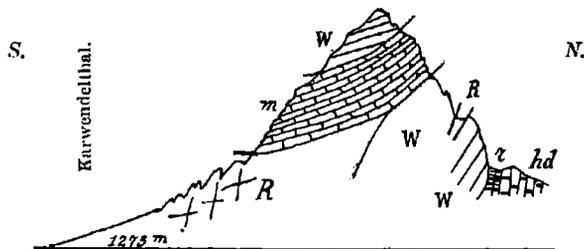
nächste im Westen anschliessende Theil der Karwendelkette bis zu den Wörnerspitzen offenbart sich als eine mächtige Schichtenplatte, welche im Norden, alles überdeckend, endlich unmittelbar auf Hauptdolomit aufruht und in leichter Wölbung nach Süden ins Karwendelthal sich niederbiegt. Dabei liegt der den Kamm bildende Theil sehr flach, fast horizontal, die Platten zeigen leichte Verbiegungswellen und erst der letzte Abfall gegen Süden bewerkstelligt sich mit einem scharfen Abbug der Schichten.

Bis zu dem mächtigen Eckbau der Wörnerspitzen hat sich der Hauptkamm der Karwendelkette bisher immer langsam gegen Norden vorgeschoben. Von dieser Ecke an beginnt er ziemlich rasch nach Süden zurückzuweichen, so dass unter seiner Decke die früher begrabenen Schichtzüge der Reihe nach wieder auftauchen.

Bereits am Nordwestfusse der Grosskarspitze erscheint, allerdings noch schmal und verdrückt, unter dem Muschelkalksockel der Decke wieder Wettersteinkalk mit Resten von Raibler Schichten in etwas

Fig. 47.

Raffelspitze 2927 m.



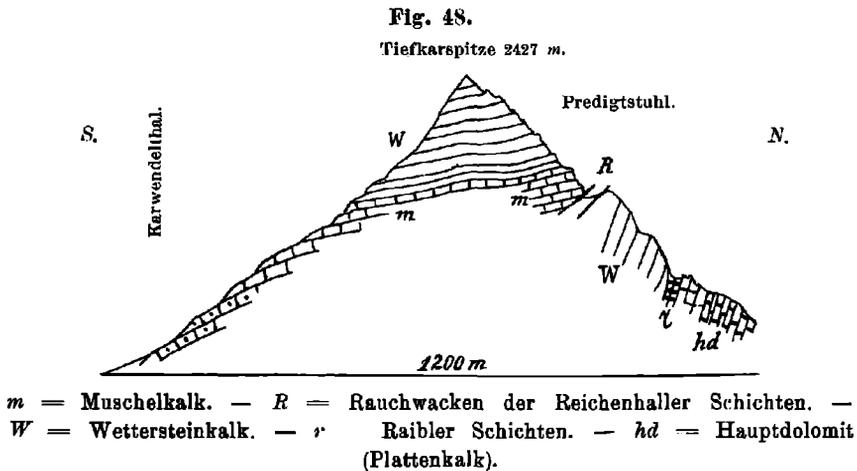
R = Raichwacken der Reichenhaller Schichten. — m = Muschelkalk. —
 W Wettersteinkalk. — r Raibler Schichten. — hd = Hauptdolomit
 (Plattenkalk).

gegen Norden überkippter Stellung. Es ist die nördlichste Schuppe, welche hier wieder hervortritt und nun gegen Westen rasch an Umfang gewinnt. Im Norden der Tiefkarspitze bildet dieser Zug schon einen selbständigen Vorkopf, den Predigtstuhl (Fig. 48), der aus überkippten Wettersteinkalkschichten besteht, unter denen die Raibler Schichten in ziemlich geordneter Lage ausstreichen. Ueber Rutschflächen erscheint im Süden mit einer Zwischenlage von Druckbreccien der flach gelagerte Muschelkalk der Decke herangeschoben. Das tiefe und seltsam geformte Dammkar, welches weit in den Gebirgskamm eindringt, zeigt vorzüglich den Gegensatz der flach gewellten Decke und der überkippten Schichtzüge im Norden derselben. Der Zug des Predigtstuhles findet jenseits des Dammkares in Kreuzwand und Viererspitze seine Fortsetzung. Während die Viererspitze noch ganz von den lothrechten oder schon überkippten Wettersteinkalkplatten aufgebaut wird und ihnen ihre schlanke Fingerform verdankt, besteht nur der nördliche Theil der Kreuzwand aus überkipptem Wettersteinkalk, der grössere, südliche dagegen aus fast horizontal liegendem.

An der Erzgrube bei Mittenwald kommen hier am Nordrande zum letzten Male die Raibler Schichten zum Ausstrich, und man wird nicht fehlgehen, wenn man sie in Verbindung mit den steil südfallenden Wettersteinkalkschichten für die westlichste Vertretung der Scholle des Predigtstuhles hält.

Von der Tiefkarspitze läuft der Rand der Deckplatte am Fusse der Lerchfleckspitzen zur westlichen Karwendelspitze und nördlichen Linderspitze, von wo er dann am Westabfalle des Gebirges schräg hinabschneidet und in der Gegend des Brunnensteinköpfels das Isarthal erreicht. Hier treffen wir nunmehr einen tiefen Querschnitt, welcher die Auflagerung und Zusammensetzung der Decke in anschaulicher Weise enthüllt (Fig. 49).

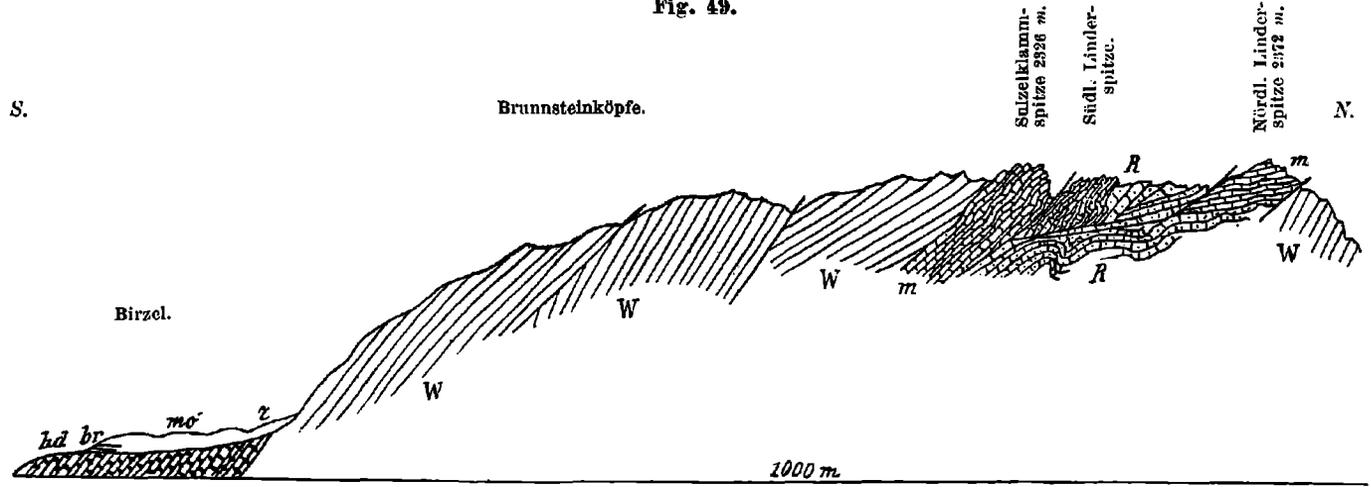
An der westlichen Karwendelspitze und an den Linderspitzen sehen wir den aus unterem und oberem Muschelkalk zusammengesetzten Rand der Decke in flach gegen Süden abfallender Lage auf den



steilen Schichtköpfen des Wettersteinkalkes aufliegen. Der Rand ist hier durch Erosion in einzelne Lappen ausgezagt, wodurch der Charakter der discordanten Ueberlagerung noch schärfer zum Ausdruck kommt. Gegen Süden senken sich die Schichten des unteren Muschelkalkes in welligen Verbiegungen ins Kirchlekar hinab, dessen felsiger Grund fast ganz von ihnen eingenommen wird. An dem Seitengraben, vor allem an dem der Lerchfleckspitzen, sieht man darüber den oberen Muschelkalk sich herabbiegen, während der Wettersteinkalk in zwei Schollen zernagt ist, von denen eine den Gipfel, die andere den tiefsten Abfall des Grates zum Karwendelthal zusammensetzt.

Der Grat, welcher gegenüber von diesem eben beschriebenen von der nördlichen Linderspitze nach Süden zieht und die Sulzelklamm—Kirchle—Rothwandl—Brunnensteinspitze bildet, zeigt zwar auch ähnliche Verhältnisse, da unterer, oberer Muschel- und Wettersteinkalk sich überlagern und immer steiler gegen Süden abfallen, doch treten noch einige grössere Verwicklungen des Baues dazu.

Fig. 49.



hd = Hauptdolomit (Plattenkalk). — br — Conglomerat (Breccie). — mo = Moränen. — r = Raibler Schichten. — W = Wettersteinkalk. — m Muschelkalk. — R = Rauchwacken der Reichenhaller Schichten.

Betrachten wir zuerst die Ostseite dieses Grates, so sehen wir die Schichten des unteren Muschelkalkes in flachem Gefälle nach Süden streben, das jedoch von zwei Schichtstauchungen unterbrochen wird. Besonders die untere ist sehr kräftig und gegen Norden zu überschoben. Auf diesem Sattel ruht die Kuppe der nördlichen Linderspitze, welche aus fast horizontalen Schichten des oberen Muschelkalkes aufgebaut wird und ein wilder Knäuel von aufgestauten Rauchwacken und dunklen Kalken des unteren Muschelkalkes, welche den Kamm der südlichen Linderspitze zusammenstellen. Im Süden legt sich die stark gefaltete Muschelkalkscholle der Sulzelklammspitze darüber, so dass dieser Keil von discordanten, steil gefalteten Schichten der südlichen Linderspitze genau an die Faulteile im Norden der Grabenkarthürme erinnert. Wie dort, stehen auch hier die Schichten fast senkrecht auf ihrer Unterlage und zeigen jene eigenthümlichen Faltzeichnungen. Südlich von der Sulzelklammspitze schieben sich mehrere Schollen von Wettersteinkalk übereinander, wodurch sich die scheinbar ganz riesige Mächtigkeit dieser Gesteine hier erklärt. Am unteren Ausgange des Kirchlekars schliessen sich erst die Zonen von oberem Muschelkalk zusammen, dann die des Wettersteinkalkes, welche den Ausgang der Schlucht sperren.

Zu diesen Aufschlüssen der Ostseite des Kammes liefert die viel tiefer erschlossene Westseite noch wertvolle Ergänzungen. Grossartig enthüllen sich hier die Faltungen des oberen Muschelkalkes an der Sulzelklammspitze. Der Keil der südlichen Linderspitze zeigt viel ruhigere Formen, nur gegen die Sulzelklammspitze hin werfen sich die Rauchwacken auf. Die Auflagerung der Deckplatte ist von der nördlichen Linderspitze bis zur Rosslahn grösstentheils entblösst. In den riesigen Wänden des Gerberkreuzes streichen noch lothrechte Wettersteinkalkschichten aus, dann schliessen sich Muschelkalk und Reichenhaller Schichten steil südfallend und überkippt daran. In letztere ist die wilde Sulzelklamm eingefurcht. Auf diese Schichten folgt im Süden, ebenfalls südfallend, wieder Muschelkalk, den Prof. Rothpletz mit den Reichenhaller Schichten und dem nördlichen oberen Muschelkalk als ein Gewölbe erklärt hat. Es ist jedoch an diesem Muschelkalkzuge seine Lagebezeichnung kaum genauer festzustellen, und ich glaube, in diesen Aufschlüssen eher wieder die überkippten Schollen des östlichen Karwendelkammes zu erkennen. Schräg über die Schichtköpfe dieser Schollen steigt nun die Deckplatte ins Thal herab. Dabei sind in der oberen Sulzelklamm arg zerfaltete Kössener Schichten und Aptychenkalke gerade zwischen der Deckscholle und den steilen unteren Schichtköpfen aufgeschlossen, welche für die Erklärung der Bauverhältnisse von höchstem Werte sind, indem sie unmittelbar für die Ueberschiebung der Decke Zeugnis ablegen. Die Kössener Schichten sind nicht arm an charakteristischen Versteinerungen, die Aptychenkalke besitzen unverkennbare petrographische Merkmale. Die im einzelnen durch viele Sprünge zerissenen Aufschlüsse im Westabfalle der Karwendelkette haben bereits auf der Rothpletz'schen Karte eine gute Darstellung gefunden. Da alle diese Vorkommnisse schon auf bayrischem Boden liegen, musste ich von einer Detailaufnahme Abstand nehmen und mich mit

Uebersichtstouren begnügen, welche indessen vollständig hinreichten, den Zusammenhang zu erfassen. Es ist hier die grosse Deckplatte stellenweise schuppenförmig übereinander getrieben wie an der südlichen Linderspitze, Sulzelklammspitze und besonders im südlichen Theile in den Wettersteinkalkmassen. Dass diese aus drei grösseren Schuppen bestehen, beweisen ihr sehr verschiedenes Schichtgefälle sowie kleine Aufschlüsse von Muschelkalk, die dazwischen hervorlugen. Sehr interessant ist eine Beobachtung, welche lehrt, dass sich die Ueberschiebung des Karwendelkammes auch in den Arnspitzenkamm ausdehnt. Im Norden des Arnthalkopfes (1524 *m*), welcher die unmittelbare Fortsetzung des Brunsteinkopfes ist, tritt unter nordwärts überschobenem Wettersteinkalk beim alten Bergwerk eine Masse von zerfalteten jurassischen Schiefen auf, wie wir solche durch das ganze Karwendelgebirge am Fusse der grossen Ueberschiebungsdecke verfolgen konnten. Damit ist die Verbindung mit dem Wettersteingebirge gegeben, welche an einer anderen Stelle Gegenstand der Untersuchung sein soll.

An Glacialschutt enthält der westliche Abschnitt der Karwendelkette in den Karen der Südseite sehr wenig, obwohl einige derselben, wie das Gross- und Kirchlekar, sehr bedeutende Hohlformen besitzen. Das Grosskar ist ein besonders weit geöffnetes, breitbodiges Kar, dessen aus zahlreichen Felsbuckeln und Waunen bestehende Querfläche nur am Fusse der Seitenwände von Schuttmassen verhüllt wird.

Dafür bergen die Kare der Nordseite recht stattliche Moränenwälle. Unter ihnen ragt das Dammkar hervor, welches vielleicht von seinen gewaltigen Schuttwällen den Namen bekommen hat. Aus seinem Grunde dringen auch reiche Schuttströme zur unteren Kälberalpe hinab und an den Gehängen des Karalpbaches sind Reste von Grundmoränen nicht selten. Bemerkenswert ist hier am Ochsenboden im Norden der Viererspitze eine mächtige Wettersteinkalkbreccie, welche von etwa 1400 *m* bis 1100 *m* hinab verfolgt werden kann. Auf ihr entdeckte ich am Abhang gegen die untere Kälberalpe mehrfach centralalpine Geschiebe in einer Höhe von 1200—1300 *m*.

Die letzten Ausläufer der Karwendelkette, die Brunsteinköpfe (1857 *m* und 2044 *m*), bringen noch ausgeprägte Schliiformen zu Tage. Indessen gelang es mir nicht, an ihnen in grösserer Höhe centralalpine Geschiebe zu entdecken.

Das Rissthal.

Fig. 50.

Dieses grosse Längsthal hat seine Quellen auf dem Westabhange des Plumserjoches, im Plumser- und Bettlerkarbach, und fängt dann der Reihe nach mit Ausnahme des Falzthurnthales alle anderen Querthäler des nördlichen Karwendels auf. Darauf ist seine auffallende Einseitigkeit zurückzuführen, indem im Süden viele grosse und breite Thalfurchen sich ihm ergeben, während vom Norden nur kleine und enge Schluchten zufallen. Bis zur Ortschaft Hinterriss bleibt es so ziemlich seiner Vorzeichnung getreu, da es parallel mit dem Gebirgsstriche hinfließt; von dort ab wird es zum Durch-

bruchsthal. Der weite Sattel des Plumserjoches (1649 *m*) zeigt Rundformen und Wannen, ausserdem reichen von Ost und West glaciale Schuttmassen fast bis auf seinen Scheitel. Die Felsschliffe und Grundmoränen aus Wettersteinkalk auf der Ostseite sind schon erwähnt worden, die Westseite besitzt keine so deutlichen. Hier ist weit hinab bis gegen die Plumseralpe alles mit Hauptdolomitschutt verhüllt, der aus dem ganz zertrümmerten Dolomit des Grundgebirges leicht sich bildet.

In der Gegend der Plumseralpe (1396 *m*) zeigen sich Grundmoränen aus Wettersteinkalk, ausserdem unterhalb der Alpe bis zur grossen Strassenschleife mehrfache Wälle meist aus Wettersteinkalkbrocken. Wo die Strasse zum Bettlerkarbach hineinzieht, schneidet sie eine helle Schuttmasse an, die schlammige Lagen mit gekritzten Wettersteinkalkgeschieben enthält. Knapp darunter streichen die Sandsteine und Salzthone der obersten Werfener Schichten aus.

Tiefer unten tritt der nunmehr vereinigte Bach aus seiner Klamm in die Schuttmassen, welche wir am Ausgange des Engthales beschrieben haben. Von hier an auswärts begleiten den Bach Terrassen aus glacialen Schuttablagerungen, welche jedoch von der Erosion schon vielfach zerfressen sind. Das Engthal mündet noch gleichsohlig und ohne Fels



hd = Hauptdolomit (Plattenkalk). — *mo* = Moränen. — *br* = Conglomerat (Breccie).

zu berühren; die nächsten südlichen Querthäler besitzen schon tiefere Mündungsklammern mit hohen, alten Thalsohlen, welche von Grundmoränen bedeckt sind. Dass die Terrassen, welche besonders am Nordgehänge den Bach überragen, nicht etwa durchaus von Grundmoränen gebildet werden, lehren die Gräben des Niederlegers der Kaarlalpe (1181 *m*) (Fig. 50), welche gegenüber vom Laliderthale auf der Terrassenhöhe liegt. In dieser Gegend sehen wir Reste von verfestigten Sand- und Schotterbänken theilweise schon am Bache, theilweise erst höher einsetzen, welche zumeist ein ziemlich steiles Fallen gegen Norden besitzen und an Deltaschutt erinnern, welcher wahrscheinlich vom Laliderthale heraus in einen Stausee eingeschüttet wurde.

Diese verkitteten Schuttbänke werden allenthalben von Grundmoränenmaterial überdeckt, wenigstens finden sich in dem ungeschichteten Schutte nicht selten gekritzte Geschiebe, wenn auch fluvioglaciale Schotter sicher dabei vertreten sind. Auch unter dem verkitteten Sande und Schotter stehen im Kaarlalpgraben grundmoränenähnliche Massen an. Etwas ausserhalb der Garberlalpe tritt auf der Nordseite der glaciale Schutt ganz zurück, wogegen die Südseite besonders in der Gegend der Mündung des Johannesthales sehr reiche Anhäufungen von deutlichen Grundmoränen aufweist.

Die Höhe der Terrasse beträgt bei der Kaarlalpe gegen 150 *m*, bei der Mündung des Johannestales 200 *m*. Beim Alpenhof, neben dem Jagdschloss Hinterriss und am Kapellenschlag finden sich dann wieder am nördlichen Ufer Reste von Grundmoränen, am südlichen begleiten vom Nordhange des Falken an bis zur Mündung des Ronthales durchwegs Grundmoränen die Thalfanke. Von Hinterriss auswärts durchbricht der Bach erst die grosse Kreidemulde, dann das flache, mächtige Gewölbe des Vorderskopfes (1854 *m*). Schuf er sich im ersteren Gebiete eine kleine Weitung, so durchsägt er das letztere in langer Schlucht, wobei er weite Strecken auf den flach gewellten Schichtplatten hinläuft. Erst bei der Einmündung des Fermannsbaches öffnet sich das Thal und führt wieder reichliche Schuttmengen.

Die grossen Massen von Glacialschutt mit gekritzten Geschieben nördlich von der Mündung des Fermannsbaches sind schon beschrieben worden, weiter nordwärts zu arbeiten aber lag nicht im Rahmen meiner Aufnahmen.

Auf der Strecke von Hinterriss bis zum Ende der Klamm finden sich ebenfalls Reste von glacialem Schutt, jedoch nur an einzelnen geschützteren Stellen.

Das Karwendel-Vorgebirge.

Dieses Gebiet soll später noch eine genauere Darstellung finden; hier können nur die südlichsten, unmittelbar an das Hochgebirge anschliessenden Theile kurz beleuchtet werden.

Am Gütenberg (1666 *m*) sehen wir eine einseitige, gegen Norden überschlagene Mulde hart an die Triasplatte des Bettlerkarkammes stossen. Weiche, neocomische Schiefer bilden den Kern dieser Mulde, welche durch die Erosion auf ein kleines Stück zugestutzt wurde, das jedoch mit seinem Streichen gegen das Plumserjoch verweist, wo wir auch seine Fortsetzung antreffen. Schon an der Ostseite dieses Joches stossen wir auf eine verstümmelte Muldenanlage mit einem Einsatze von Kössener Schichten, welche knapp nördlich vom Sattel gegen den Abhang des Satteljoches hinstreichen und kleine Quellen enthalten. Am Südflügel dieser Mulde legen sich saiger stehende, verbogene Platten von Hauptdolomit an die Kössener Schichten, während am Nordflügel 40—45° südfallende Plattenkalk ihre Unterlage bilden. Uebrigens besteht der ganze Nordflügel nur aus einer Anzahl untereinander discordanter Schollen. Der Kern von Kössener Schichten hat nur eine engbegrenzte Ausdehnung, dagegen zieht sich die Mulde des Plattenkalkes noch bis über den Gipfel des Kompar (2010 *m*) hinaus, wobei sie: merkwürdigerweise gerade die höchsten Theile des Kammes zusammensetzt.

Weiter im Westen konnte ich diese Mulde nicht mehr erkennen, weshalb ich glaube, dass hier der Hauptdolomit des Süd- und Nordflügels ohne Zwischenglieder aneinandertreten. Nördlich von dieser grösstentheils verdrückten Mulde folgen grosse Massen steilstehenden Hauptdolomits, welche wohl aus einem ganz zusammengepressten Sattel hervorgegangen sind. An diesen Sattel schliesst sich dann die grosse, mächtige Mulde, welche vom Marmorgraben bei Mittenwald

längs des ganzen Karwendelgebirges hinzieht und noch weit nach Osten sich ausdehnt. Kein tektonisches Glied des Karwendelgebirges kann sich mit dieser grossartigen Mulde an Vollständigkeit der Ausführung und Erhaltung vergleichen, deren Schichtsystem fast allenthalben deutlich zu erkennen ist. Während diese Mulde im Westen sehr verschmälert und verschoben ist, wobei saigere oder nordwärts überkippte Lagen vorherrschen, fällt sie im Osten, in der Gegend des Schleimser- und Pfonsjoches, flacher nach Norden.

Oestlich vom Pfonsjoch vollzieht sich dann jene mächtige Biegung, mit der sie den Kamm der Seekarspitze und weiter jenen der Unutze und des Guffert umspannt.

Der grosse Streifen von Hauptdolomit, welcher sich nordwärts vom Karwendelgebirge ausbreitet und vorzüglich steile Schichtstellungen aufweist, dürfte so in zwei Faltenzüge aufzulösen sein, deren südliche Mulde nur theilweise am Gütenberge und Plumsjocher reicher entwickelt ist, wogegen die nördliche zu den schönsten der Alpen zählt.

Der Aufbau des Karwendelgebirges.

Wenn es nun auch demjenigen, welcher die geologischen Beschreibungen des südlichen und nördlichen Gebirgsabschnittes genau verfolgt hat, gelingen dürfte, sich selbst ein Bild ihrer Architektur zu entwerfen, so würde man doch gewissermassen einige begleitende Worte zu dem tektonischen Schema, welches beigegeben wurde, vermissen. An der Hand dieser Darstellung werden darum auch die nachfolgenden Erörterungen am verständlichsten wirken.

Wenn wir vorerst der Einfachheit der Erklärung wegen die verworrenen südlichsten Zonen, welche am Südabhange des Gebirges gegen das Innthal auftauchen, ausser acht lassen, so haben wir ein Faltengebirge von ungenau ostwestlichem Striche vor uns, dessen Mulden und Sättel schräg vom Innthale abgeschnitten werden. Diese Faltenzüge selbst sind fast in allen ihren Theilen von ausgesprochener Einseitigkeit, indem alle Sättel steile, überkippte oder überschobene Nordflügel aufweisen. Mehrfach lässt sich der Uebergang der Ueberkippung in die Ueberschiebung durch viele Zwischenstadien anschaulich verfolgen, so besonders in der Hallthal-Gleierschkette und im Sontiger Kamm. In diesen beiden Fällen gewinnt die Ueberschiebung im Westen mehr an Umfang. Während jedoch die Ueberkippungen und Ueberschiebungen der südlicheren Falten keine grossen Ausmaße erlangen, nimmt die Ueberschiebung der Vomper-Hinterautthaler Platte einen gewaltigen Raum ein. Sie beherrscht den ganzen nördlichen Abschnitt des Hochgebirges und erstreckt sich stellenweise bis nahe an den Südrand des Karwendel-Vorgebirges. Dabei besteht die ganze früher wahrscheinlich zusammenhängende Decke aus zwei sehr verschiedenartigen Theilen.

Im Süden lagert die mächtige Wetterstein- und Muschelkalkplatte, welche von einem langen, scharfen Längsbruche zerschnitten wird, der vom Vomperjoch übers Rossloch bis ans Westende des

Gebirges zu verfolgen ist. Mit Ausnahme dieser Längsspalte, welche von vielen kleineren Querbrüchen durchsetzt und verschoben wird, fügt sich der Südabhang der grossen Platte ganz regelrecht in die Mulde des Vomper-Hinterauthales. Ganz anders beschaffen ist der Nordabbruch, der fast in seiner ganzen Ausdehnung durch schroffe Wände gebildet wird. Von der Innthalterrasse bei Fiecht legen sich hier unmittelbar an den Muschelkalksattel der Wände weit jüngere Schichten, welche in fast zusammenhängendem Verbaude bis zum Spielstjoch auftreten. Indessen finden sich auch noch weiter westwärts solche Unterlagen von viel jüngeren Schichten, so am Nordfusse der Moserkarscharte, südlich der Hochalpe und am Westabbruch der Karwendelkette in der Sulzelklamm. Da von dieser Platte einzelne Zungen nach Norden vorragen und auch überall unter diesen wieder die jungen Schichtglieder zu Tage treten, ist der Gedanke an eine mächtige Verwerfung, welche der Wand entlang streicht, von der Hand zu weisen, da sie diese Verhältnisse nicht zu erklären vermag.

Die am Fusse der grossen Wand anlagernden jungen Schichten werden erst durch die auf den Seitenkämmen erschlossene Ueberlagerung in ihrem Verhältnis zu der Platte verständlich.

Diesem südlichen zusammenhängenden Theil der grossen Platte, welcher vom Bärenalpsattel an auch die Höhe des Karwendelkammes einnimmt, steht im Norden eine Reihe von Schichtmassen gegenüber, welche selbst in normaler Lagerung discordant auf verschiedenen, meist jüngeren Schichtzügen auflagert. Diese Schollen zeigen dieselbe Zusammensetzung wie die grosse Platte; sie beginnen am Stanserjoch und erreichen im Nordabfalle des Gamsjochkammes am Rosskopf ihr Westende. Es sind die grossen Massen des Tristkogelgebietes, welche aufs Stanserjoch hinaufreichen, dann die des Sonnenjoches, der Schaufel- und Bettlerkarspitze sowie endlich die kleine des Rosskopfes. Diese Schollen stehen nirgends in unmittelbarer Berührung mit der Vomper-Hinterauthaler Platte, kommen ihr jedoch sehr nahe. Am Stanserjoch trennt diese Schollen, zu denen auch der Rest von Buntsandstein am Hankampl zu rechnen ist, ein Klotz von Hauptdolomit, der auf einer Lage von Raibler Schichten scheinbar ganz regelmässig den Rest einer Decke des Stanserjochgewölbes bildet. So habe ich ihn auch früher aufgefasst, jetzt bin ich jedoch überzeugt, dass die Raibler und Hauptdolomitschichten erst durch Verschiebung an diese Stelle gerückt wurden. Einmal sind die Raibler Schichten an der Rappenspitze vollständig zerrüttet und nur ein Haufwerk von verschiedenen Gesteinen, anderseits überhaupt nur stellenweise vorhanden, was bei der flachen, scheinbar ganz ungestörten Lagerung nicht gerade wahrscheinlich wäre. Ausserdem liegen sie ebenso wie der andere Rest von Raibler Schichten an der Nauderer Stiege in einer Vertiefung des Wettersteindolomitgewölbes, welche nicht schon ursprünglich vorhanden gewesen, sondern eher erst später entstanden ist.

Betrachtet man überdies die intensiven Schichtzerkitterungen, welche Hauptdolomit, Plattenkalk und Kössener Schichten zwischen Stanserjoch und Vomper-Hinterauthaler Platte zeigen, so scheint mir der Gedanke am einleuchtendsten, dass hier die Massen des Trist-

kogelgebietes über das Stanserjoch als vorderste Theile der grossen bewegten Platte hintbergeschleppt wurden. So erklärt sich der eigenthümliche Rücken des Stanserjoches als eine Schubfläche, auf der auf einer gemeinsamen Basis sowohl Buntsandsteine, Reichenhaller Schichten, Hauptdolomit und Raibler Schichten in einzelnen Fetzen liegen. Deutlicher tritt dieses Verhältnis noch am Kamme des Sonnenjoches in die Erscheinung. Hier haben wir ebenfalls eine eng zernitterte Zone von jüngeren Schichten, auf welche sich mächtige Massen von Rauchwacken und Muschelkalk legen, die sogar als Decke das Wettersteinkalkgewölbe des Sonnenjoches überspannen. Knapp nördlich vom nördlichen Gamsjoch sehen wir in Plattenkalk eingeklemmt einen Keil von Rauchwacken, westlich vom Grammajoch steckt hinwiederum eine Scholle von jurassischen Schichten in den Rauchwacken. Das Gewölbe des Sonnenjoches entspricht genau dem des Stanserjoches und wird wie dieses von älteren Schichtmassen überlagert. Wie dort dann die grosse Scholle des Tristkogels im Norden sich anschmiegt, so lehnt sich im Norden des Sonnenjoches in ganz gleicher Weise die Scholle der Schaufel- und Bettlerkar Spitze an.

Am Sonnenjochkamm reicht so die nördliche Deckmasse viel näher an die grosse Platte heran und sie steht auch in ihren eigenen Theilen in einem mehr geschlossenen Verbände. Das letzte Auftreten einer solchen Scholle findet am Gamsjochkamm statt, wo wir im Süden zwischen Hohl- und Gumpenjoch so klar die Ueberschiebung der grossen Platte gewahren. Hier ist der Zusammenhang zwischen dem Vorsprung der Platte und der Scholle des Rosskopfs ganz zerstört, so dass nur Analogieschlüsse berechtigt sind.

Am Falkenkamme sehen wir im Süden am Ladizkopf noch einen Rest der grossen Platte auf Juraschichten lagern, dann finden wir nördlich davon, ganz ähnlich wie am Stanserjoch, auf dem Rücken des Mahnkopfes sowohl Reste von Buntsandstein als auch solche von Jura- und Kössener Schichten nebeneinander sich ausdehnen.

Während nun im östlichen Theile des Gebirges sehr mächtige, von der Hauptplatte abgetrennte Schollen vorherrschen, drängt im westlichen diese letztere selbst weit nach Norden vor, wobei sie sich in mehrere Schuppen zerspaltet. Im Westen des Bärenalpsattels legen sich ihre Schichtmassen auf die Köpfe der überwältigten Schichtzüge und bleiben daselbst in dieser Lage bis zum Westabbruch des Karwendelkammes. Hier können wir ihre Zusammensetzung aus mehreren Schuppen sehr deutlich verfolgen, ausserdem finden sich noch zwischen dem überschobenen und überkippten Untergebirge und der Decke Reste von Jura- und Kössener Schichten. Diese Verhältnisse werden am klarsten durch die beigelegten Profile erklärt, welche auch die eigenthümlichen Schichtknitterungen zeigen, die an einzelnen Schuppen der Decke auftreten.

Im Gebiete des Stanser- und Sonnenjoches bildet ein grosses Gewölbe von Wettersteinkalkschichten die Unterlage der Ueberschiebung. Dieses Gewölbe zertheilt sich im Gamsjochkamm in überkippte Schollen, welche nun westwärts ziehen und sich bis zum Durchbruch der Isar verfolgen lassen. Es sind drei grosse überkippte Schichtzüge, welche übereinander emporgeschoben wurden,

und zwar in der Weise, dass der Betrag und die Gewalt des Schubes im Süden auffallend stärker war. Hier finden wir zwischen der südlichsten und der nächsten Scholle sogar noch eine furchtbar zerfaltete Schichtzone eingeklemmt, welche am südlichen Falken und am Nordgrat der Grabenkarthürme am schönsten ausgebildet ist. Hier hat man den Eindruck, als ob es sich um eine Schichtmasse handelte, welche von einer vordringenden Platte erfasst, aufgestülpt und eingezwängt wurde. Solche Schubkeile zeigen sich übrigens, wie schon erwähnt, auch sehr deutlich an den Schuppen der grossen Platte an der Sulzelklamm- und südlichen Linderspitze.

Die südlichste dieser überkippten Massen übergreift gegen Westen allmählig die beiden nördlichen und wird dann an der Bärenalpscharte selbst wieder von der Vomper-Hinterautthaler Platte überlagert. Die mittlere Scholle ist die unbedeutendste, die nördlichste dagegen die regelmässigste. Sie legt sich meist in kräftiger Ueberkipfung auf Raibler Schichten und Hauptdolomit und behält von Mittenwald bis zum Nordgrat des Gamsjoches überall denselben Charakter. Dort legt sich die Scholle des Rosskopfes quer darüber und verdeckt so auch die Raibler Schichten. Am Nordrande der Kette der Schaufel-Bettlerkarspitze stossen überall die Massen der älteren Trias, sogar Buntsandsteine, unmittelbar an den Hauptdolomit des Plumserjoches und dann mit Zwischenschaltung ärmlicher Raibler Schichten an die Mulde des Gütenberges. Auch die Massen des Tristkogelgebietes stossen im Norden an zerdrücktem Hauptdolomit ab. Die dem Sonnwendjoch vorgelagerte Ebnerspitze gehört dem Schichtbau nach noch zum Karwendelgebirge und sie ist ebenfalls gegen Jura- und Gosaugesteine am Schichthals hinaufgeschoben. Es bleibt uns nur noch zur Vervollständigung des tektonischen Bildes die Erwähnung der südlichsten Zonen des Gebirges übrig.

Hier sind die Verhältnisse im Osten und Westen sehr klare, dagegen rauben im mittleren Theile grosse Vegetationsdecken und ausserordentlich verworrene Lagerungen jede sichere Entscheidung. Im Osten finden wir vom Vomperberg an, übers Walderjoch und Hallthal heraufziehend, eine bald steil, bald flach gegen Norden einfallende Zone von jungen Schichten vom Hauptdolomit bis zum Jura. Dieselbe setzt im Innthale genau dort ein, wo die ganz ähnlich gebaute Zone junger Schichten vom Vomperjoch durch den Mahdgraben gegen Fiecht herabschneidet. Diese beiden Zonen kehren sich gegeneinander, so dass sie gleichsam eine Mulde bilden, in welcher das ganze Karwendelgebirge darinnen liegt. Im Gebiete der Innthalkette tauchen noch tiefere Glieder dieser Zone bis zum Muschelkalk hervor, ausserdem legen sich noch andere steilstehende Schollen daran, welche dann am Vorsprung des Hohen Brandjoches nördlich von Innsbruck grösstentheils scheinbar im Bauche dieses Gewölbes verschwinden. In der Beschreibung des südlichen Karwendelgebirges haben diese schwierigen Verhältnisse eine eingehende Darstellung gefunden, auf welche ich hier verweisen muss. Ich führe diese Erörterung hier an, weil sich in jüngster Zeit Ideen über Gebirgsbildung fühlbar machen, welche hier vielleicht Bestätigungen zu finden glauben.

Wenn man nämlich die Einfassung der Karwendelfalten durch

junge Schichten beachtet, welche sich vor allem klar an seiner Ostecke ausspricht, so kann der Gedanke entstehen, dass vielleicht das ganze aus älterer Trias bestehende Hochgebirge auf einem aus jüngeren Schichten erbauten Sockel aufruhe. Aus der Erforschung des Karwendelgebirges sind keine sicheren Beweise für eine solche Annahme hervorgegangen. Dieselben dürften jedoch auch vorzüglich ausserhalb desselben liegen, so vielleicht im Norden, im Osten und im Westen. Ich hoffe, nach Fertigstellung der Feldaufnahmen im Wetterstein- und Mieminger Gebirge genauer und von berufenen Stellen aus auf diese Fragen eingehen zu können.

Uebersicht der geologischen Literatur des Karwendelgebirges.

Abkürzungen:

- | | |
|--|--|
| A. R. A. = Abhandlungen der k. k. geol. R.-A., Wien. | P. M. = Petermann's Mittheilungen, Gotha. |
| B. H. Z. = Berg- und Hüttenmännische Zeitung, Leipzig. | S. A. W. = Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, Wien. |
| B. N. V. = Berichte des naturwissenschaftl.-medic. Vereines, Innsbruck. | V. R. A. = Verhandlungen der k. k. geol. R.-A., Wien. |
| G. J. = Geognostische Jahreshefte, München. | Z. A. V. = Zeitschrift des deutschen und österr. Alpenvereines, Wien, München. |
| J. R. A. = Jahrbuch der k. k. geol. R.-A., Wien. | Z. D. G. = Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, Berlin. |
| N. J. = Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Stuttgart. | Z. F. = Zeitschrift des Ferdinandeums, Innsbruck. |
| Oe. B. Z. = Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. | |

Klingler. Resultat der geogn.-montanist. Bereisung des westlichen Theiles des Unterinntaler Kreises im Jahre 1843.

— Bericht über die 6. Generalversammlung des geogn.-montanist. Vereines für Tirol und Vorarlberg. 1844.

Russegger. Ueber den Asphalt, sein Vorkommen in Tirol, seine technische Bedeutung . . . Bericht über die 6. Generalversammlung des geogn.-montanist. Vereines für Tirol und Vorarlberg. 1845.

Haidinger. Geognostische Uebersichtskarte der österr. Monarchie. 1847.

Emmerich. Ueber den Alpenkalk und seine Gliederung im bairischen Gebirge. Geol. Zeitschrift I., 1849.

Stötter. Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaft, in Wien. 1849.

Hoernes. Bericht über eine vorbereitende geol. Rundreise. S. A. W. 1850.

Hauer. Ueber die Gliederung des Alpenkalkes in den Ostalpen. N. J. 1850.

Heckel. Bericht über das Vorkommen fossiler Fische bei Seefeld. J. R. A. 1850.

Schafhäütl. Geognostische Untersuchungen des südbairischen Alpengebirges. München 1851.

— Gliederung des südbairischen Alpenkalkes. N. J. 1851.

Geognostisch-montanist. Verein für Tirol und Vorarlberg. Geognostische Karte Tirols. 1852.

- Emmerich. Geognostische Beobachtungen aus den bairischen und den angrenzenden österreichischen Alpen. J. R. A. 1853, I, II.
- Hauer und Foetterle. Ueber die Gliederung von Trias, Lias und Jura in den Ostalpen. J. R. A. 1853.
- Schafhäütl. Beiträge zur näheren Kenntniss der bairischen Voralpen. N. J. 1853.
- Escher von der Linth. Bemerkungen über Versteinerungen von Hall. Z. D. G. 1854.
- Prinzinger. Notizen vom Haller Salzbergwerk. J. R. A. 1855.
- Lipold. J. R. A. 1855.
- Gümbel. Beiträge zur geol. Kenntniss von Vorarlberg und Nordwest-Tirol. J. R. A. 1856.
- Pichler. Zur Geographie der nordöstlichen Kalkalpen Tirols. J. R. A. 1856.
- Gümbel. Untersuchungen in den bairischen Alpen. J. R. A. 1857.
- Pichler. Zur Geognosie der Tiroler Alpen. N. J. 1857.
- Hauer. Bericht über die Aufnahmen bei Reutte. J. R. A. 1857.
- Pichler. Die Umgebung von Innsbruck. V. R. A. 1858.
- Gümbel. Geologische Karte des bairischen Alpengebirges. München 1858, N. J. 1859.
- Richtshofen. Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol I. J. R. A. 1859.
- Pichler. Beiträge zur Geognosie von Tirol. Z. F. 1859.
- Zur Geognosie von Tirol. Z. F. 1860.
- Richtshofen. Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol II. J. R. A. 1861/62.
- Gümbel. Geognostische Beschreibung des bairischen Alpengebirges. Gotha 1861.
- Winkler. Der Oberkenuper nach Studien in den bairischen Alpen. Z. D. G. 1861.
- Pichler. Notizen aus Tirol. N. J. 1862.
- Zur Geognosie Tirols. J. R. A. 1862.
- Zur Geognosie Tirols. N. J. 1862.
- Zur Geognosie Tirols. F. Z. 1863.
- Programm des Gymnasiums Innsbruck. 1864.
- Schafhäütl. Beiträge zur näheren Kenntniss der bairischen Gebirge. N. J. 1865.
- Hauer. Der Salinenbetrieb in Hall. J. R. A. 1865.
- Kner. Die fossilen Fische von Seefeld. S. A. W. Wien 1866.
- Pichler. Carditaschichten und Hauptdolomit. J. R. A. 1866.
- Beiträge zur Geognosie Tirols. V. R. A. 1867.
- Kner. Nachtrag zur fossilen Fauna der Asphaltchiefer von Seefeld in Tirol. S. A. W. Wien 1867.
- Hauer. Geologische Uebersichtskarte der österr.-ungar. Monarchie. Blatt V. Wien 1867—1871.
- Pichler. Beiträge zur Geognosie Tirols. J. R. A. 1868.
- Beiträge zur Geognosie Tirols. N. J. 1868.
- Mojsisovics. Gliederung der Trias in der Umgebung des Haller Salzberges. V. R. A. 1868.
- Schmidt. Bergbaue im Unterinntale. B. H. Z. von Kerl und Wimmer. 1868.
- Pichler. Beiträge zur Geognosie Tirols. J. R. A. 1869.
- Gliederung des nordalpinen Lias. N. J. 1869.
- Mojsisovics. Ueber die Gliederung der oberen Triasbildungen der östl. Alpen. J. R. A. 1869.
- Bericht über Salzlageruntersuchungen. J. R. A. 1869.
- Das Kalkalpengebiet zwischen Schwaz und Wörgl. V. R. A. 1870.
- Pichler. Beiträge zur Geognosie Tirols. N. J. 1871.

- Mojssisovics. Beiträge zur topischen Geologie der Alpen. J. R. A. 1871.
 — Ueber die Stellung der Carditaschichten. V. R. A. 1871.
 Neumayr. Vom Haller Salzberg. V. R. A. 1871.
 — Das Karwendelgebirge. V. R. A. 1871.
 Kravogl. Zusammensetzung des Innsbrucker Diluviums. B. N. V. 1872.
 Gumbel. Gletschererscheinungen im Etsch- und Innthal. S. A. W. München 1872.
 Mojssisovics. Faunengebiete und Faciesgebilde der Trias. . J. R. A. 1874.
 Schmidt. Salzlagerstätte von Hall. Zeitschrift des Berg- und Hüttenvereines
 Klagenfurt. 1874.
 Pichler. Aus der Trias der nördl. Kalkalpen. N. J. 1875.
 — Beiträge zur Geognosie Tirols. N. J. 1875.
 Gumbel. Die geognostische Durchforschung Baierns. Festschrift der Münchener
 Akademie. 1877.
 Pichler. Mittheilungen aus den Alpen. N. J. 1877.
 Lechleitner. Ueber den rothen Sandstein an der Grenze der Central- und
 nördlichen Kalkalpen. Programm des Innsbrucker Gymnasiums. 1878.
 Pichler. Beiträge zur Geognosie Tirols. N. J. 1879.
 Schmidt. Ueber die Beschaffenheit und den bisherigen Aufschluss des Salz-
 lagers bei Hall in Tirol. Zeitschrift des Berg- und Hüttenmännischen
 Vereines in Kärnten. 1879.
 Penck. Die Vergletscherung der deutschen Alpen. 1882.
 Stur. Ein Beitrag zur Kenntnis der Flora des Kalktuffs und der Kalktuffbreccie
 von Hötting in Tirol. A. R. A. 1882.
 Wähner. Beiträge zur Kenntnis der tieferen Zonen des unteren Lias in den
 nordöstlichen Alpen. 1882—1886.
 Rothpletz. Zum Gebirgsbau der Alpen beiderseits des Rheins. Z. D. G. 1883.
 Blaas. Eiszeitliches. V. R. A. 1884.
 Böhm. Die Höttinger Breccie. J. R. A. 1884.
 Stur. Ueber die fossile Flora der Höttinger Breccie. S. A. W. Wien, I., 1884.
 Ettinghausen. Ueber die fossile Flora der Höttinger Breccie. S. A. W. Wien 1884.
 Geistbeck. Die Seen der deutschen Alpen. 1885.
 Penck. Ueber interglaciale Breccien der Alpen. V. R. A. 1885.
 Blaas. Glacialformation. Z. F. III., 1885.
 Wähner. Zur heteropischen Differenzirung V. R. A. 1886.
 Geyer. Ueber das Karwendelgebirge. V. R. A. 1887.
 Clark. Ueber die geol. Verhältnisse nordwestlich vom Achensee. München 1887.
 Penck. Höttinger Breccie. V. R. A. 1887.
 Kerner v. Marilaun. Untersuchungen über die Schneegrenze im mittleren Inn-
 thale. Denkschrift der Akademie der Wissenschaften. Wien 1887.
 Pichler. Beiträge zur Mineralogie und Geologie Tirols. V. R. A. 1888.
 Rothpletz. Karwendelgebirge. Z. A. V. 1888.
 Schäfer. Ueber die geol. Verhältnisse in der Gegend von Hinterriss und Scharf-
 reiter. München 1888.
 Sapper. Der Juifen und seine Umgebung. München 1888.
 Mojssisovics. Ueber das Auftreten von oberem Muschelkalk in der Facies der
 rothen Kalke der Schreyeralpe nördl. von Innsbruck. V. R. A. 1888.
 Wöhrmann. Ueber die untere Grenze des Keupers in den Alpen. J. R. A. 1888.
 Kerner v. Marilaun. Studien über die Flora der Diluvialzeit in den östlichen
 Alpen. S. A. W. Wien 1888.
 Isser. Bitumenschätze von Seefeld. Jahrbuch für Berg- und Hüttenwesen. Wien 1888.

- Wöhrmann. Fauna der sogenannten Cardita- und Raibler Schichten in den nordtiroler und bairischen Alpen. J. R. A. 1889.
- Blaas. Die Höttinger Breccie. J. R. A. 1889.
- Pichler. Zur Geologie Tirols. V. R. A. 1890.
- Blaas. Erläuterungen zur geol. Karte der diluvialen Ablagerungen in der Umgebung von Innsbruck. J. R. A. 1890.
- Pichler. Wildanger Gebirge. V. R. A. 1891.
- Skouphos. Die stratigraphische Stellung der Partnach- und sogenannten unteren Carditaschichten. G. J. 1891.
- Bittner. Triasbrachiopoden vom Wildanger. V. R. A. 1891.
- Blaas. Die Vergletscherung des Innthales. V. R. A. 1891.
- Wettstein. Fossile Flora der Höttinger Breccie. Z. A. V. 1892.
- Schlosser. Geologische Notizen aus dem bairischen Alpenvorlande und dem Innthale. V. R. A. 1893.
- Wöhrmann. Die Raibler Schichten. J. R. A. 1893.
- Rothpletz. Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. Stuttgart 1894.
- Bittner. Einige Bemerkungen zu A. Rothpletz's „Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen“. V. R. A. 1894.
- Böse. Ueber liasische und mitteleuropäische Fleckenmergel in den bairischen Alpen. Z. D. G. 1894.
- Gümbel. Geologie von Baiern II. Kassel 1894.
- Blaas. Noch einmal die Höttinger Breccie. V. R. A. 1894.
- Bargmann. Der jüngste Schutt der nördlichen Kalkalpen. Verhandlungen des Vereines für Erdkunde. Leipzig 1894.
- Schlosser. Zur Geologie von Nordtirol. V. R. A. 1895.
- Blaas. Innsbrucks Boden. Bericht des natur-med. Vereines Innsbruck. 1894/95. — Ueber die geologische Position einiger Trinkwasserquellen. Zeitschrift für praktische Geologie. Berlin 1896.
- Hammer. „Draxlehner Kalk“ bei Innsbruck. V. R. A. 1897.
- Ampferer und Hammer. Geologische Beschreibung des südlichen Theiles des Karwendelgebirges. J. R. A. 1898.
- Böse. Beiträge zur Kenntnis der alpinen Trias. Z. D. G. 1898.
- Diener. Die Grundlinien der Structur der Ostalpen. P. M. 1899.
- Hofer. Das geologische Alter des Salzstockes bei Hall. Oe. B. Z. 1899.
- Diener. Neue Cephalopodenfunde im Ammonitenhorizont der Kaminspitzen. V. R. A. 1900.
- Penck und Brückner. Die Alpen im Eiszeitalter. 1902.
- Ampferer. Ueber den geol. Zusammenhang des Karwendel- und Sonnwendjochgebirges. V. R. A. 1902.
- Bericht über die Neuaufnahme des Karwendelgebirges. V. R. A. 1902.
- Ueber Wandbildungen im Karwendelgebirge V. R. A. 1903.
- Die Mündung des Vompertales. V. R. A. 1903.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite	Seite
Vorwort	. 169—173	[1—5]
Stratigraphische Anmerkungen .	173—180	[5—12]
Buntsandstein, Werfener Schichten .	. 173—174	[5—6]
Reichenhaller Schichten	174—176	[6—8]
Muschelkalk, Partnachschichten, Wettersteinkalk	. 176—177	[8—9]
Raibler Schichten	177—178	[9—10]
Hauptdolomit, Plattenkalk .	178	[10]
Quartäre Ablagerungen	178—180	[10—12]
Beschreibung der einzelnen Theile des Gebirges	180—242	[12—74]
Das Vomperloch	. 180—185	[12—17]
Das Hinterauthal	185—189	[17—21]
Der Vomper-Hinterauthaler Kamm .	189—198	[21—30]
Das Stallenthal	. 198—201	[30—33]
Das Stanserjoch	201—207	[33—39]
Das Falzthurnthal 207—210	[39—42]
Der Kamm des Sonnenjoches	210—214	[42—46]
Das Engthal 214—216	[46—48]
Der Kamm des Gamsjoches	216—218	[48—50]
Das Lälidertal	. 218—219	[50—51]
Der Kamm der Falken	. 220—222	[52—54]
Das Johannesthal	. 222—225	[54—57]
Das Thorthal	225	[57]
Das Ronthal .	225—226	[57—58]
Das Karwendelthal .	226—229	[58—61]
Der östliche Karwendelkamm	229—234	[61—66]
Der westliche Karwendelkamm	. 234—240	[66—72]
Das Rissthal .	. 240—242	[72—74]
Das Karwendel-Vorgebirge	242—243	[74—75]
Der Aufbau des Karwendelgebirges	. 243—247	[75—79]
Uebersicht der geologischen Literatur des Karwendelgebirges	247—250	[79—82]

Verzeichnis der Benennungen für die Profilkarte (Tafel Nr. IX) des Karwendelgebirges.

-
- | | |
|---|--|
| 1 Martinswand — Zirler Klamm. | 24 Huderbankspitze — Kaiserkopf — Hochglück. |
| 2 Zirler Mähder — Grosser Solstein. | 25 Spritzkar Spitze. |
| 3 Hohes Brandjoch — Gleierschthal. | 26 Suntiger — Grubenkar Spitze — Hohljoch — Gamsjoch — Rosskopf. |
| 4 Kemacher — Kumpfkarspitze. | 27 Spielstjoch — Mahnkopf — Stein Spitze — Risser Falk. |
| 5 Mandlspitze — Niederes Brandjoch. | 28 Moserkarscharte. |
| 6 Rumergraben — Kreuzjöchl. | 29 Filzwand — Taleleberg — Stuhlkopf. |
| 7 Wildanger — Kleiner Lavatscher — Suntiger. | 30 Oedkar Spitze — Hochalpe — Grabenkarthürme — Thorkopf. |
| 8 Kartelserjoch. | 31 Vogelkar Spitze — Steinkar Spitze. |
| 9 Zunderkopf. | 32 Sonntagskar Spitze. |
| 10 Spekkarspitze. | 33 Praxmarerkar Spitze. |
| 11 Walderkammspitze. | 34 Spitzhüttenköpfe — Seckarspitze. |
| 12 Walderspitze. | 35 Bärenalpscharte. |
| 13 Walderjoch — Ganalpe. | 36 Katzenkopf — Hoher Gleirsch. |
| 14 Walderjoch — Sonnschartspitze. | 37 Larchetkar Spitze. |
| 15 Ummelberg — Dawaldgraben. | 38 Hochkar Spitze. |
| 16 Fiechterspitze. | 39 Kienleitenkopf — Stachelkopf. |
| 17 Vomperjoch. | 40 Tiefkar Spitze — Predigstuhl. |
| 18 Ochsenkopf (Stanserjoch). | 41 Brunensteinköpfe — Sulzelklamm Spitze — Linderspitze. |
| 19 Heuberg. | |
| 20 Weihnachtseck — Weissenbachthal. | |
| 21 Bärenkopf — Bärenbadalpe. | |
| 22 Südliches Lamsjoch — Rauher Kner — Rappenspitze — Tristkogel. | |
| 23 Nördliches Lamsjoch — Hahnkampl Sonnenjoch — Schaufelspitze — Plumsjoch. | |
-

Erklärung zu Tafel X.

Die mit Kreuzchen versehenen Stellen bedeuten Gebiete von Jura- und Kössener-Ablagerungen, die punktierten solche von Hauptdolomit und Plattenkalk, die geschummerten endlich von älteren triadischen Gebilden.



